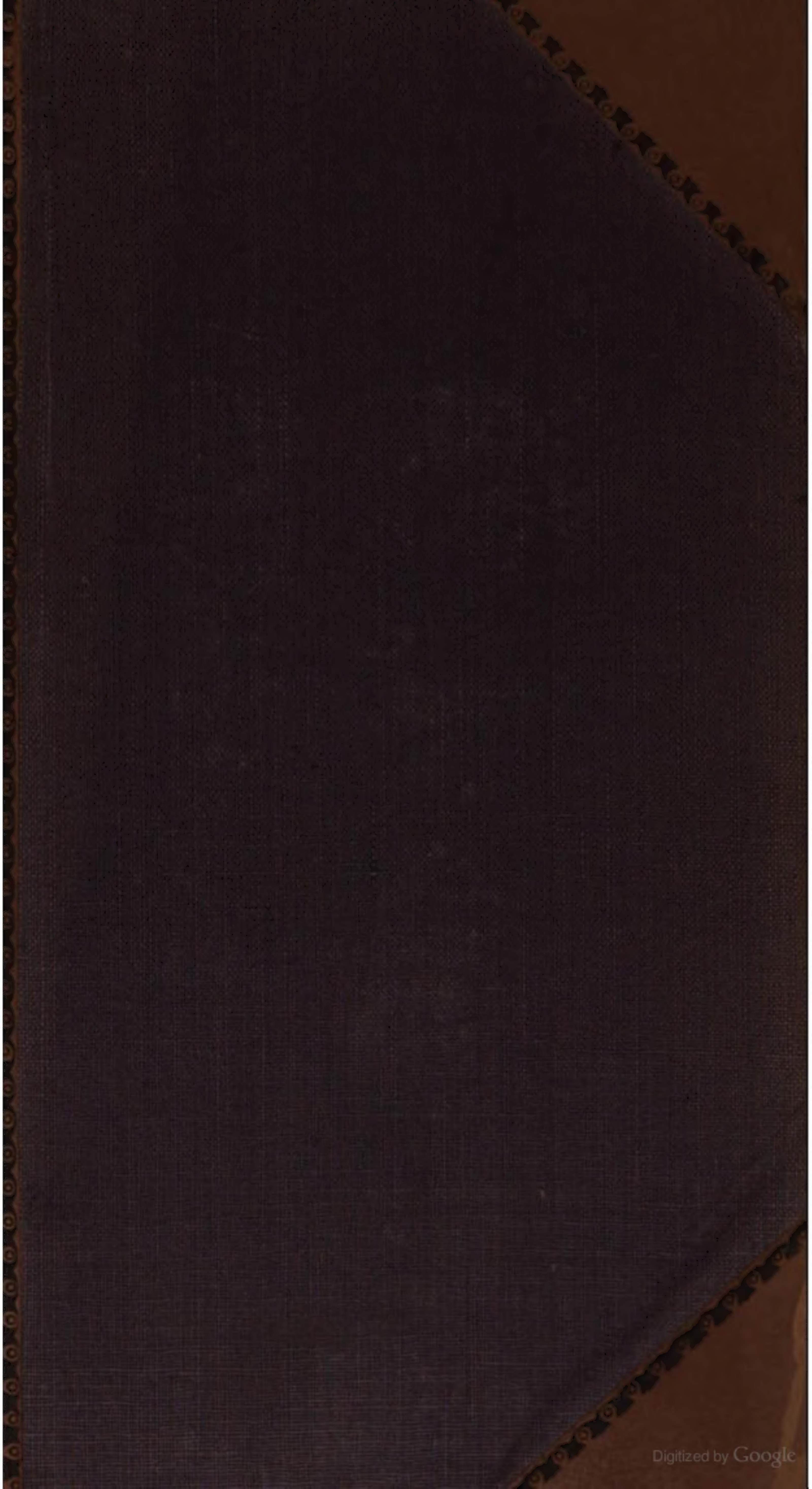
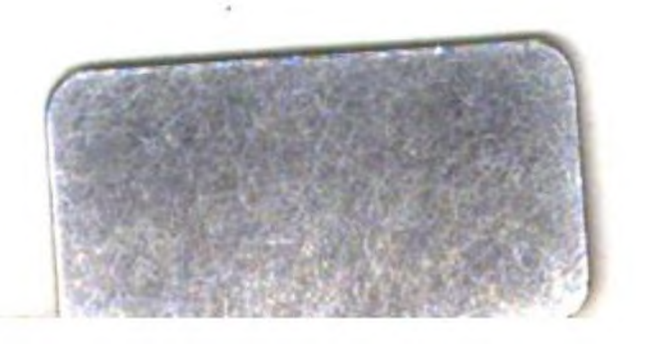

Digitized by Google

600044647V

G.10.D.8.

E. BIBL. RADCL.

1982 e. 2/19



Digitized by Google

Physikalisches Wörterbuch

IX. Band.

Dritte Abtheilung.

V.

Digitized by Google

Digitized by Google

Johann Samuel Traugott Gehler's

Physikalisches
Wörterbuch

neu bearbeitet

von

Gmelin. Littrow. Muncke. Pfaff.

Neunter Band.

Dritte Abtheilung.

V.

Mit Kupfertafeln XXXV bis XLII.

Leipzig,
bei E. B. Schwickert.
1840.

Digitized by Google

Digitized by Google

V.

Vanad.

Vanadium; Vanadium; *Vanadium;* früher von del Rio entdeckt, dann durch Sefström, der erst seine Eigenthümlichkeit bestimmt erwies; findet sich im vanadsauren Bleioxyd, einem dem chromsauren Bleioxyd höchst ähnlichen Mineral, und in kleiner Menge in gewissen schwedischen Eisenerzen; ist dem Molybdän und Chrom sehr nahe verwandt, ein fast silberweifses, sprödes, sehr strengflüssiges Metall.

Das *Vanadsuboxyd* (68,5 Vanad auf 8 Sauerstoff) ist dunkelgrau, im Essenfeuer nicht schmelzbar, guter Leiter der Elektricität und noch elektronegativer als Platin. Das *Vanadoxyd* (68,5 Vanad auf 16 Sauerstoff) stellt ein schwarzes *Pulver* dar; bildet ein grauweifses Hydrat; löst sich mit blauer Farbe in Säuren, daraus durch Ammoniak mit brauner, durch fixe Alkalien mit grauweifser, durch hydrothionsaure Alkalien mit braunschwarzer, durch blausaures Eisenoxydulkali mit gelber und durch Galläpfeltinctur mit schwarzblauer Farbe fällbar; vereinigt sich mit Salzbasen zu dunkelbraunen Verbindungen, von denen sich blofs die mit den löslichern Alkalien im Wasser lösen, und zwar mit brauner Farbe. — Die *Vanadsäure* (68,5 Vanad auf 24 Sauerstoff) ist ein gelbrothes, lackmusröthendes, geschmackloses Pulver, bei anfangendem Glühen schmelzend und dann beim Erkalten unter Feuerentwicklung zu einer gelbrothen, durchscheinenden, krystallinischen Masse erstarrend. Sie löst sich in 1000 kaltem Wasser mit gelber, viel leichter aber mit theils gelber, theils rother Farbe in stärkeren Säuren. Ihre Verbindungen mit Salzbasen sind im neutralen Zustande gelb oder weifs, im sauren theils gelb, theils morgenroth. Die meisten vanadsauren Salze lösen sich in Wasser, nur wenige in Weingeist.

Digitized by Google

Das *Dreifach-Chlor-Vanad* ist eine hellgelbe, erst üb 100° siedende Flüssigkeit; das *Doppelt-Schwefel-Vanad* i eine schwarze, das *Dreifach-Schwefel-Vanad* eine braun zerreibliche Masse.

G.

Variation des Mondes.

So wird eine der grofsen Ungleichheiten der Bewegun des Mondes genannt, die schon oben[1] im Allgemeinen bespro chen worden ist. Man schreibt ihre Entdeckung, so wie auc die der *jährlichen Gleichung des Mondes* dem Tycho Brah zu, während die viel gröfsere *Evection* von Ptolemäus ent deckt und die gröfste unter allen diesen Störungsgleichunge des Mondes, die sogenannte *Gleichung des Mittelpuncts*, scho dem Hipparch, der 270 Jahre vor Ptolemäus, im 140ste Jahre vor Chr. G. lebte, bekannt gewesen seyn mufs.

Zur bequemeren Uebersicht dieser vier gröfsten Perturba tionen des Mondes wollen wir sie vorerst nach ihren bei de Astronomen gewöhnlichen Ausdrücken zusammenstellen. Be zeichnet man durch m die mittlere Anomalie des Mondes un durch M die der Sonne, so wie durch a die mittlere Läng des Mondes weniger der mittlern Länge der Sonne, so ist di Gleichung des Mittelpunots des Mondes

$$(6^\circ 16') \text{ Sin. m} + (0^\circ 12' 50'') \text{ Sin. 2m},$$

die Evection

$$(1^\circ 16') \text{ Sin. } (2a - m),$$

die Variation

$$(0^\circ 39') \text{ Sin. 2a},$$

endlich die jährliche Gleichung

$$-(0^\circ 11') \text{ Sin. M},$$

und diese Glieder müssen, mit Rücksicht auf ihre Zeichen, z der mittleren Länge des Mondes addirt werden, um die *wahr Länge* desselben für jede gegebene Zeit zu finden.

Was nun zunächst die hier in Rede stehende *Variatio* betrifft, so weifs man erst seit wenigen Jahren, dafs der erst Entdecker derselben nicht, wie man bisher allgemein geglaub

1 S. Art. *Mond*. Bd. VI. S. 2362.

Digitized by Google

hat, Tycho Brahe (der im J. 1601 starb) gewesen ist, sondern dafs diese Ungleichheit schon volle sechs Jahrhunderte früher von dem arabischen Astronomen Abul Wefa aus seinen eigenen Beobachtungen des Monds erkannt worden ist. Dieser Astronom hatte um die Jahre 970 bis 980 in Bagdad beobachtet. Von seinem Werke, das er, wie Ptolemäus das seinige, Almagest betitelt hatte, wird noch ein grofser Theil des Manuscripts in der k. Bibliothek zu Paris aufbewahrt, und darin sagt er in der Sect. IX, nachdem er die zwei anderen Ungleichheiten, die Mittelpunctsgleichung und die Evection, beschrieben hat: „Betrachtet man diejenigen Fälle, wo der Mond in seiner Erdnähe oder Erdferne ist, wo demnach die Wirkung jener zwei ersten Ungleichheiten verschwindet, so findet man aus den Beobachtungen des Monds, dafs er jedesmal, wo er im Gedrittschein oder im Gesechstschein mit der Sonne steht, um $1\frac{1}{4}$ Grade von seinem berechneten Orte absteht. Ich folgere daraus, dafs diese Ungleichheit ganz unabhängig von jenen beiden andern ist, und das kann nur geschehen, wenn der Diameter des Epicykels in Beziehung auf den Mittelpunct des Thierkreises verschieden ist.“ Unter Mittelpunct des Zodiacus wird hier der Mittelpunct des Planetensystems, d. h. nach ihm, der Mittelpunct der Erde verstanden. Diese Erklärung der neuen Ungleichheit, die Abul Wefa gefunden hat, zeigt deutlich, dafs damit diejenige gemeint sey, die später Tycho Brahe, ohne Zweifel ebenfalls aus seinen eigenen Beobachtungen und ohne von der Entdekkung des arabischen Astronomen etwas gehört zu haben, gefunden und durch die Benennung der *Variation* bezeichnet hat[1].

Betrachtet man die Werthe dieser Gleichung

$$x = (39') \text{ Sin. } 2a$$

und ihres Differentials

$$\partial x = (78') \text{ Cos. } 2a$$

für die acht Hauptpuncte der Peripherie der Mondbahn, so erhält man folgende kleine Tafel:

1 Man s. hierüber Sedillot's Nouvelles recherches sur l'hist. de l'Astron. chez les Arabes, in dem Nouveau Journal Asiatique 1836.

a	x	∂x	Mondphasen
0°	0′	+78′	Neumond
45	+39′	0	I. Octant
90	0	−78	Erst. Viertel
135	−39	0	III. Octant
180	0	+78	Vollmond
225	+39	0	V. Octant
270	0	−78	Letzt. Viert.
315	−39	0	VII. Octant
360	0	+78	Neumond

Da nun x die Correction der mittleren Länge ausdrückt, kann das Differential ∂x dieser Gröſse die Correction der G schwindigkeit bezeichnen. Man sieht daher aus dieser Taf daſs die Variation x des Monds im I. und V. Octanten d gröſsten positiven, im III. und VII. den gröſsten negat ven Werth hat und im Neumond, Vollmond und dem erst und letzten Viertel gänzlich verschwindet. Die Geschwindi keit des Monds aber hat im Neu- und Vollmond den gröſ ten positiven, im ersten und letzten Viertel den gröſsten n gativen Werth, ihren mittleren Werth endlich hat s in dem I., III., V. und VII. Octanten. Der Mond bewe sich demnach, in Beziehung auf die Variation, am geschwi desten im Neu- und Vollmond, und am langsamsten in de ersten und letzten Viertel, daher ist auch der Mond hint seinem mittleren Orte zurück vom ersten Viertel bis zum Vol mond, und vor ihm voraus vom Vollmond bis zum letzt Viertel[1].

Bemerken wir noch, daſs diese Entdeckung des Abu Wefa wohl die einzige wahrhaft wissenschaftliche Bereich rung der Astronomie ist, die wir den Arabern verdanken, u daſs selbst diese noch Manches zu wünschen übrig läſst. Abu Wefa hatte wohl die Existenz einer solchen Ungleichhei aber weder ihre Gröſse, noch auch ihr Gesetz gefunden. Auc

1 Eine nähere Erklärung der Variation und der übrigen groſs Störungen des Mondes findet man in Littrow's popul. Astron. Bd. S. 264. und in desselben: Elemente der phys. Astron. Wien 182 S. 340.

Digitized by Google

scheint sie die Aufmerksamkeit seiner Zeitgenossen nicht erregt zu haben, da kein anderer Schriftsteller dieselbe erwähnt und da sie volle sechs Jahrhunderte einer gänzlichen Vergessenheit übergeben wurde. Die Araber waren die Träger und Erhalter der Wissenschaften im Mittelalter, aber nicht die Beförderer und Erweiterer derselben. Sie begnügten sich, die Uebersetzer und Commentatoren der Griechen zu seyn, über die sie sich ebenso wenig, als die ihnen folgenden scholastischen Philosophen, heraus gewagt haben.

L.

Variation der Parameter.

Die Lehre von der Variation der Parameter (d. h. von den Veränderungen, welche die sogenannten constanten Gröſsen einer Gleichung unter gegebenen Verhältnissen annehmen können) ist zu sehr eine der wichtigsten Anwendungen der höheren Analysis auf die Astronomie und auf die Physik im Allgemeinen, als daſs sie hier nicht wenigstens kurz angezeigt werden sollte. Wir haben bereits oben[1] mehrere sehr merkwürdige, hierher gehörende Fälle betrachtet, und wir werden auch weiter unten[2] dieselbe Methode auf die Bewegung der Planeten unter der Voraussetzung anwenden, daſs sie sich in einem widerstehenden Mittel bewegen.

Man nimmt gewöhnlich an, daſs diese Methode zuerst gebraucht worden sey, um die sogenannten *Säcular-Störungen* der Planeten zu bestimmen[3]. In der That bestehen diese Störungen in den Aenderungen, welche (nicht der Planet in seiner Bahn, sondern) diese Planetenbahn selbst durch die Einwirkung äuſserer Kräfte erfährt. Durch diese letzteren werden nämlich nicht nur die Planeten in ihrer Bahn verrückt (worin bekanntlich die periodischen Störungen bestehen), sondern auch die Elemente dieser Bahnen (die Excentricität, Neigung, Knotenlinie u. s. w.), die man gewöhnlich als constant ansieht, werden dadurch allmälig verändert, und es ist an sich klar, daſs die Kenntniſs dieser Aenderungen für die

---

1 S. Art. *Umhüllung*.
2 S. Art. *Widerstand*. Letztes Cap.
3 S. Art. *Perturbationen*. Bd. VII. S. 440.

Astronomie vom gröfsten Interesse seyn mufs. Der Erste, der d
Variationen dieser Elemente der Rechnung zu unterwerfen sucht
war der grofse LEONHARD EULER, der diesen Gegenstand in e
nem Mémoire von d. J. 1749 und später 1756 wiederholt sel
umständlich untersuchte. Zehn Jahre später hat LAGRANGE d
Methode der Variation der *Parameter* (wie man diese son
als constant betrachteten Gröfsen zu nennen pflegt) auf be
stimmte Vorschriften zurückgeführt, die dann von LAPLAC
im J. 1773 weiter ausgebildet worden sind[1]. Allein die ers
Idee, die auf dieses Verfahren führte, hat einen viel frühere
Ursprung, indem schon LEIBNITZ[2] sich desselben zur Auflö
sung eines Problems bediente, das späterhin für die Integra
rechnung sehr wichtig geworden ist und Gelegenheit zu d
Kenntnifs der sogenannten *solutions particulières* der Differen
tialgleichungen gegeben hat. LEIBNITZ suchte nämlich d
Curve, deren Normalen sich wie die Quadratwurzeln aus d
Summe der Abscisse und der Subnormale verhalten. Um die
Curve zu finden, betrachtet er sie als entstanden durch d
auf einander folgenden Durchschnitte von Kreisen, deren Mitte
puncte alle auf der geradlinigen Axe der x liegen. Die Halb
messer dieser Kreise sind dann die Normalen der gesuchte
Curve, und die Summe der Abscisse und Subnormale wi
gleich der Abscisse des Mittelpuncts seyn. Heifst also a d
Abscisse des Mittelpuncts und r der Halbmesser des Kreise
so ist die Gleichung desselben

$$y^2 + (x - a)^2 = r^2,$$

und da nach der Bedingung der Aufgabe

$$r^2 = b \cdot a$$

ist, wo b eine constante Gröfse bezeichnet, so hat man f
die Gleichung dieses veränderlichen Kreises

$$y^2 + (x - a)^2 = b \cdot a.$$

In dieser Gleichung läfst LEIBNITZ blofs die constante Gröf
a variiren, wodurch er erhält

$$a = x + \tfrac{1}{2} b,$$

und indem er diesen Werth von a in der vorhergehend
Gleichung substituirt, findet er

$$y^2 = bx + \tfrac{1}{4} b^2,$$

---

1 S. LAPLACE Mécanique céleste. Liv. XV. p. 305. 310.
2 Acta Eruditorum. Lips. 1694.

und dieses ist die bekannte Gleichung der Apollonischen Parabel. In der That giebt die letzte Gleichung für die Normale, wenn $\partial s^2 = \partial x^2 + \partial y^2$ ist,

$$\frac{y \partial s}{\partial x} = \sqrt{b} . \sqrt{\tfrac{1}{2} b + x}$$

und für die Subnormale

$$\frac{y \partial y}{\partial x} = \tfrac{1}{2} b,$$

so daſs also die Summe von $\frac{1}{2} b$ und x dem Quadrate der Normale proportional ist, wie dieses die Aufgabe fordert.

Allein dieser sinnreiche und für seine Zeit kühne Versuch des Leibnitz führte ihn eigentlich auf einen Abweg und er hätte nicht die Parabel, sondern eigentlich den Kreis finden sollen, da der letztere die allgemeine Auflösung seines Problems, die erstere aber nur eine specielle Auflösung desselben enthält. Dieses Problem wird nämlich durch die Differentialgleichung ausgedrückt

$$\frac{y \partial s}{\partial x} = \sqrt{b . \left(x + \frac{y \partial y}{\partial x} \right)},$$

die man auch so darstellen kann

$$\frac{b - \frac{2 y \partial y}{\partial x}}{2 \sqrt{b x - y^2 + \frac{1}{4} b^2}} + 1 = 0,$$

und von diesem Ausdrucke ist das vollständige Integral

$$C - x = \sqrt{b x - y^2 + \tfrac{1}{4} b^2} \quad . \; . \; . \quad (I)$$

wo C die Constante der Integration bezeichnet. Diese Gleichung (I) gehört aber für einen Kreis, dessen Halbmesser

$$\sqrt{b (\tfrac{1}{2} b + C)}$$

und dessen Coordinaten des Mittelpuncts

$$X = \tfrac{1}{2} b + C \text{ und } Y = 0,$$

sind. Setzt man aber $C = \alpha - \frac{1}{2} b$, wo α eine andere Constante bezeichnet, so geht die Gleichung (I) in folgende über

$$y^2 + (x - \alpha)^2 = b . \alpha,$$

die Gleichung des Kreises, dessen Halbmesser gleich $\sqrt{b . \alpha}$ und dessen Abscisse des Mittelpuncts gleich α ist. Dieser Kreis also ist es, der die Aufgabe des Leibnitz in ihrer ganzen Allgemeinheit auflöst, während die von ihm und auch von Joh. Bernoulli gefundene Parabel nur einen besondern

Fall dieser Auflösung giebt, aber dafür, wie gesagt, den wichtigen Vortheil für sich anspricht, daſs sie auf die Methode der Variation der Parameter geführt hat.

Durch diese Methode lassen sich viele Probleme, die sonst für verwickelt gehalten wurden, auf eine sehr einfache Weise auflösen. Wir wollen dieses hier nur an einigen leichteren Beispielen zeigen.

I. Eine gerade Linie bewege sich so, daſs ihr senkrechter Abstand von dem Anfangspuncte der Coordinaten immer gleich einer constanten Gröſse R ist. Man suche die Curve welche von den auf einander folgenden Durchschnittspuncten dieser beweglichen Geraden mit sich selbst entsteht, oder, was dasselbe ist, man suche diejenige Curve, zu welcher jene Gerade in allen ihren Lagen immer eine Tangente ist.

Bezeichnet man durch α den Winkel der Geraden mit der Axe der x, so hat man für die Gleichung der Geraden in irgend einer ihrer Lagen,

$$x \,\text{Sin.}\, \alpha + y \,\text{Cos.}\, \alpha = R.$$

Das Differential dieses Ausdrucks in Beziehung auf α giebt

$$\text{Tang.}\, \alpha = \frac{x}{y},$$

und wenn man diesen Werth von α in der vorhergehenden Gleichung substituirt, so erhält man

$$x^2 + y^2 = R^2$$

für die Gleichung der gesuchten Curve, die also ein Kreis ist wie sich dieses leicht voraussehen lieſs.

II. Eine Gerade bewege sich so, daſs die Summe ihrer Entfernungen vom Anfangspuncte der Coordinaten, in der Axe der x und der y gezählt, immer gleich einer Constante c sind. Um die Curve zu finden, welche von jener beweglichen Geraden in allen ihren Puncten berührt wird, hat man, wenn a die Entfernung der Geraden vom Anfangspuncte in der Richtung der Axe der x, und b in der Richtung der y ist, für die Gleichung der beweglichen Geraden

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1,$$

und da, nach der Bedingung der Aufgabe, $a + b = c$ ist, so ist auch die Gleichung dieser Geraden

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{c-a} = 1 \quad \ldots \quad (II)$$

Das Differential dieses Ausdrucks in Beziehung auf a aber giebt

$$a = \frac{1}{2}(c + x - y),$$

und wenn man diesen Werth von a in der Gleichung (II) substituirt, so erhält man

$$(y - x)^2 - 2c(x + y) + c^2 = 0$$

für die Gleichung der gesuchten Curve, die demnach eine Parabel ist.

III. Bewegt sich endlich die gerade Linie, deren Gleichung

$$y = ax + b$$

ist, so, daſs dabei immer $b = c.a^n$ ist, wo c und n constante Gröſsen bezeichnen, so findet man durch dasselbe Verfahren für die Curve, die in allen ihren Puncten von jener beweglichen Geraden berührt wird, die Gleichung

$$y = x.\left(\quad\frac{x}{cn}\right)^{\frac{1}{n-1}} + c.\left(-\frac{x}{cn}\right)^{\frac{n}{n-1}} \quad \ldots\ldots \quad \text{(III)}$$

Für den besondern Fall $n = 2$ geht die Gleichung (III) über in

$$y = -\frac{x^2}{4c}$$

und für den Fall $n = -1$ erhält man $y^2 = 4cx$, so daſs also in beiden Fällen die Curve eine Parabel ist. Für $n = -2$ erhält man

$$y^3 = \frac{27}{4}cx^2,$$

also die Neil'sche Parabel, und für $n = \frac{1}{2}$ endlich

$$4xy + c^2 = 0,$$

also die Hyperbel u. s. w. Weitere Ausführungen dieses interessanten Gegenstandes müssen einem anderen Orte vorbehalten bleiben.

L.

Variationsrechnung.

Die Variationsrechnung wird gewöhnlich als der höchst und schwierigste Theil der mathematischen Analysis angesehen. Eine vollständige Darstellung derselben liegt nicht in den Grenzen unseres Werkes und man wird sie in den unten angezeigten Schriften finden. Eine allgemeine Kenntniſs ihres vorzüglichsten Theiles aber ist dem Physiker in unseren Tagen unentbehrlich, daher dieselbe hier in möglichster Kürze und Deutlichkeit mitgetheilt werden soll.

In der Differentialrechnung wird bekanntlich vorausgesetzt, daſs die Abhängigkeit der Differentiale ∂x, ∂y, ∂z.. der veränderlichen Gröſsen x, y, z.. während des ganzen Verlaufes der Rechnung stets dieselbe bleibe. Die Gleichung des Kreises z. B. vom Halbmesser r ist

$$x^2 + y^2 = r^2.$$

Von dieser Gleichung ist das Differential

$$\frac{\partial y}{\partial x} = -\frac{x}{y},$$

und so lange die Rechnung bei dieser krummen Linie stehen bleibt, wird immer vorausgesetzt, daſs das Verhältniſs der beiden Differentiale ∂y und ∂x gleich sey der Gröſse $\frac{x}{y}$, weil eben durch diese Voraussetzung der Kreis ganz ebenso charakteristisch bezeichnet wird, wie durch seine endliche Gleichung $x^2 + y^2 = r^2$ selbst. Allein es giebt auch andere Untersuchungen, in welchen sich diese Abhängigkeit, dieses Verhältniſs der Differentiale, der Natur der Aufgabe gemäſs ändert, oder in welchen dieses Verhältniſs erst gesucht werden soll. Wenn man z. B. unter allen geschlossenen krummen Linien, die eine gegebene constante Fläche einschlieſsen die kürzeste oder diejenige sucht, deren Peripherie die kleinste ist, so ist hier, wo die krumme Linie, welche diese Eigenschaft hat, noch gesucht wird, das Verhältniſs $\frac{\partial y}{\partial x}$ zwischen den Differentialen ihrer Coordinaten selbst noch unbekannt. Da nun das Differential des Bogens jeder Curve durch $\sqrt{\partial x^2 + \partial y^2}$ ausgedrückt wird, so reducirt sich hier das

Problem eigentlich auf die Bestimmung des Falls, in welchem das Integral

$$\int\sqrt{\partial x^2+\partial y^2} \text{ oder } \int\partial x.\sqrt{1+\frac{\partial y^2}{\partial x^2}}$$

ein Kleinstes ist. Wollte man ebenso unter allen Curven von gegebener Länge diejenige finden, welche den gröfsten Raum einschliefst, so würde man, da $y\,\partial x$ das bekannte Differential der Fläche ist, diejenige Curve zu suchen haben, für welche das Integral

$$\int y\,\partial x$$

ein Gröfstes ist, und so fort in allen anderen Fällen. Man sieht daraus, dafs sich diese Probleme, zu deren Auflösung man die Variationsrechnung eigentlich erfunden hat, auf die folgende allgemeine Aufgabe bringen kann.

I. Sey U irgend eine Function von x, y und z und von den Differentialen dieser Gröfsen, wo, wie bei den Curven von doppelter Krümmung, die Gröfsen y und z als Functionen von x angenommen werden. Man suche dasjenige Verhältnifs oder diejenige Gleichung zwischen x, y und z auf, für welche das Integral

$$\int U\,\partial x$$

ein Maximum oder ein Minimum wird.

Man setze der Kürze wegen

$$\begin{array}{lll} \partial y=p\,\partial x & \text{und ebenso} & \partial z=p'\,\partial x \\ \partial p=q\,\partial x & - \quad - & \partial p'=q'\,\partial x \\ \partial q=r\,\partial x \text{ u. s. w.} & - \quad - & \partial q'=r'\,\partial x \text{ u. s. w.} \end{array}$$

Da nun, nach der Voraussetzung, U eine Function von $y, z, p, p', q, q' \ldots$ ist, so kann man für ∂U den Ausdruck annehmen

$$\begin{aligned} \partial U = & N\,\partial y + P\,\partial p + Q\,\partial q + R\,\partial r \\ & + N'\partial z + P'\partial p' + Q'\partial q' + R'\partial r' + \ldots \quad (I) \end{aligned}$$

wo demnach ∂U das gewöhnliche *Differential* der Gröfse U bezeichnet, wie es in der Differentialrechnung gebraucht zu werden pflegt.

II. Sehen wir nun zu, wie man die *Variation* dieser Gröfse, unserer neuen Rechnung gemäfs, ausdrücken soll.

Zu diesem Zwecke drücke MM′ diejenige Curve aus, für welche das Integral $\int U\,\partial x$ ein Gröfstes oder ein Kleinstes seyn Fig. 240.

soll. Um dieser Bedingung zu genügen, muſs vor allem untersucht werden, welchen Einfluſs eine Aenderung in dem Verhältniſs zwischen x und y, d. h. in der Natur der Curve, auf das Integral $\int U \partial x$ hat. Bei dieser Untersuchung wird man aber offenbar die Gröſse y, unabhängig von x, sich ändern lassen müssen, da, wenn man zwei Curven betrachtet, zu derselben Abscisse $AP = x$ zwei Ordinaten PM und Pm gehören. Die Differenz Mm dieser zwei Ordinaten muſs aber von den Differenzen RM′ und rm′ wohl unterschieden werden, da diese letzteren zwischen zwei nächstfolgenden Ordinaten derselben Curve statt haben (und daher zur gewöhnlichen Differentialrechnung gehören), während die erste Differenz Mm zu dem Uebergange von einer Curve zur andern (d. h. zur Variationsrechnung) gehört. Wir wollen daher diese beiden Gattungen von Differenzen, die wir übrigens beide unendlich klein annehmen, durch besondere Zeichen unterscheiden.

Man ziehe also mr mit MR und ebenso ms mit MM′ parallel, wo MM′ und mm′ die geradlinigen Sehnen der Bogen dieser beiden Curven bezeichnen. Ist nun, wie in der Differentialrechnung, $M'R = sr = \partial y$ das *Differential* der Ordinate $PM = y$ in derselben Curve MM′, so soll $Mm = \delta y$ die *Variation* von derselben Ordinate $PM = y$ für den Fall seyn, daſs man von der einen Curve MM′ zu der ihr nächstfolgenden mm′ übergeht.

Dieses vorausgesetzt hat man

$$P'M' = y + \partial y \text{ und } Pm = y + \delta y.$$

Geht man dann von dem Puncte M in der ersten Curve zu dem Puncte m′ der zweiten Curve über, so erhält man

$$\begin{aligned} P'm' &= Pm + rs + sm' \\ &= y + \delta y + \partial y + \delta \partial y \\ &= y + \partial y + \delta . (y + \partial y). \end{aligned}$$

Da aber, wie man vorausgesetzt hat, der Punct m′ der dem m nächstfolgende in der Curve mm′ ist, so hat man ebenso

$$\begin{aligned} P'm' &= y + \delta y + \partial y + \partial \delta y \\ &= y + \delta y + \partial . (y + \delta y). \end{aligned}$$

Vergleicht man diese beiden Ausdrücke von P′m′, so erhält man

$$\delta \partial y = \partial \delta y$$

und in diesem einfachen Ausdrucke ist der Hauptgrundsatz der

Variationsrechnung enthalten, der sich auf folgende Weise mit Worten ausdrücken läfst: *die Variation des Differentials ist gleich dem Differential der Variation, oder die beiden Zeichen ∂ und δ lassen sich willkürlich versetzen.* Daraus folgt sofort, dafs man auch hat

$$\delta \partial^2 y = \partial \delta \partial y = \partial^2 \delta y,$$

so wie

$$\delta \partial U = \partial \delta U \text{ u. s. w.}$$

Dieselbe analoge Versetzung der Zeichen hat auch für die Integralausdrücke statt, denn ist $\int U \partial x = V$, so ist auch $\partial V = U \partial x$ und $\delta . \partial V = \delta . U \partial x$. Wenn man aber in $\delta \partial V$ nach dem Vorhergehenden die Zeichen δ und ∂ versetzt, so ist auch

$$\partial \delta V = \delta . U \delta x$$

oder, wenn man integrirt,

$$\delta V = \int \delta . U \partial x.$$

Stellt man aber in dem letzten Ausdrucke den Werth von $V = \int U \partial x$ wieder her, so erhält man

$$\delta . \int U \partial x = \int \delta . U \partial x,$$

so dafs sich also auch die Zeichen δ und ∫ ganz ebenso, wie zuvor die Zeichen δ und ∂, unter einander versetzen lassen.

III. Gehen wir nun nach dieser kleinen Digression wieder zu der letzten Gleichung in (I) zurück, so hat man, wenn man die Variationen von y und z durch δy und δz bezeichnet,

$$\delta . \int U \partial x = \int \delta . U \partial x.$$

Da aber, wie man aus den oben gegebenen ersten Begriffen einer Variation sieht, für dieselben ganz die nämlichen Vorschriften, wie für die Differentialrechnung gelten, so ist

$$\delta . U \partial x = U . \delta \partial x + \partial x \delta U,$$

und da überdiefs

$$\int U . \delta \partial x = U \delta x - \int \delta x . \partial U,$$

so hat man auch

$$\delta . \int U \partial x = U \delta x - \int \delta x . \partial U + \int \partial x \delta U.$$

Betrachtet man aber anfangs, der Kürze wegen, die Gröfse U blofs als eine Function von x und y und von ihren Differentialen, so ist $z = p' = q' \ldots = 0$, und wenn man den oben gegebenen Werth von $\partial U = N \partial y + P \partial p + \ldots$, so wie den Werth von $\delta U = N \delta y + P \delta p + \ldots$ in der letzten Gleichung substituirt, so erhält man

$$\delta . \int U \partial x = U \delta x + \int N \partial x (\delta y - p \delta x)$$
$$+ \int P \partial . (\delta y - p \delta x)$$
$$+ \int Q \partial . (\delta p - q \delta x) + \ldots$$

Um diesen Ausdruck abzukürzen, sey $\omega = \delta y - p \delta x$, so ist

$$\delta p - q \delta x = \frac{\partial \omega}{\partial x},$$

$$\delta q - r \delta x = \frac{1}{\partial x} . \partial \frac{\partial \omega}{\partial x} \text{ u. s. w.}$$

also ist auch

$$\delta . \int U \partial x = U \partial x + \int N \omega \partial x + \int P \partial \omega$$
$$+ \int Q \partial \frac{\partial \omega}{\partial x} + \int R \partial \frac{1}{x} . \partial \frac{\partial \omega}{\partial x} + \ldots$$

Integrirt man aber diese Ausdrücke theilweise, so ist

$$\int Q \partial \frac{\partial \omega}{\partial x} = Q \frac{\partial \omega}{\partial x} - \frac{\partial Q}{\partial x} . \omega + \int \omega \partial \frac{\partial Q}{\partial x},$$

$$\int R \partial \frac{1}{x} . \partial \frac{\partial \omega}{\partial x} = \frac{R}{\partial x} \partial \frac{\partial \omega}{\partial x} - \frac{\partial R}{\partial x} . \frac{\partial \omega}{\partial x}$$
$$+ \frac{1}{\partial x} \partial \frac{\partial R}{\partial x} \omega - \int \omega \partial \frac{1}{x} . \partial \frac{\partial R}{\partial x} \text{ u. s. w.}$$

Substituirt man endlich diese Ausdrücke in der vorhergehenden Gleichung, und bemerkt man, daſs, wenn z nicht Null ist, man noch einen zweiten, dem vorigen ganz ähnlichen Ausdruck erhält, in welchem man bloſs NPQ . . in N′P′Q′ . und $\omega = \delta y - p \delta x$ in die Gröſse $\omega' = \delta z - p' \delta x$ verwandeln darf, so erhält man für die vollständige Variation des gegebenen Ausdrucks, wenn, wie gewöhnlich, das Differential ∂x constant angenommen wird,

$$\delta . \int U \partial x = \int \omega \partial x \left(N - \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} - \frac{\partial^3 R}{\partial x^3} + \ldots \right)$$
$$+ \int \omega' \partial x \left(N' - \frac{\partial P'}{\partial x} + \frac{\partial^2 Q'}{\partial x^2} - \frac{\partial^3 R'}{\partial x^3} + \ldots \right)$$
$$+ U \delta x + \omega \left(P - \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} - \ldots \right)$$
$$+ \omega' \left(P' - \frac{\partial Q'}{\partial x} + \frac{\partial^2 R'}{\partial x^2} - \ldots \right)$$
$$+ \frac{\partial \omega}{\partial x} \left(Q - \frac{\partial R}{\partial x} + \ldots \right) + \frac{\partial \omega'}{\partial x} \left(Q' - \frac{\partial R'}{\partial x} + \ldots \right) + \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} . R + \ldots$$

und dieses ist die Gleichung, welche man beinahe allen Problemen der Variationsrechnung zu Grunde legen kann, um daraus die Auflösung derselben zu finden. So oft nämlich das Problem dahin reducirt werden kann, dafs das Integral $\int U \partial x$ ein Gröfstes oder ein Kleinstes seyn soll, und dieses ist beinahe immer der Fall, so wird man nur (nach den bekannten Vorschriften der Differentialrechnung, die auch hier ihre Anwendung haben) die Variation $\delta . \int U \partial x$ dieses Integrals gleich Null setzen. Diese Variation besteht aber, wie die letzte Gleichung zeigt, aus zwei wesentlich von einander verschiedenen Theilen, deren einer das Integralzeichen vor sich hat, während der andere davon frei ist. Von diesen beiden Theilen mufs daher jeder für sich gleich Null gesetzt werden. Setzt man den ersten Theil dieser Variation gleich Null, und bedenkt man, dafs für Gleichungen zwischen x, y und z, sofern sie für gegebene Flächen gehören, die Gröfsen x und y von einander unabhängig sind[1], so erhält man die zwei Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l} 0 = N - \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} - \ldots \\ 0 = N' - \frac{\partial P'}{\partial x} + \frac{\partial^2 Q'}{\partial x^2} - \ldots \end{array}\right\} \ldots \quad (A)$$

und diese werden demnach die Gleichungen seyn, in welchen das Integral $\int U \partial x$, zwischen den gegebenen Grenzen genommen, ein Gröfstes oder ein Kleinstes ist. Da diese Gleichungen erste, zweite und vielleicht auch noch höhere Differentiale enthalten, so wird die Integration derselben mehrere Constanten einführen, und die Bestimmung dieser Constanten wird der zweite Theil der oben erhaltenen Gleichung geben, welcher das Integralzeichen nicht enthält.

Sollten aber die Gröfsen x und y durch irgend eine gegebene Bedingungsgleichung von einander abhängig seyn, sollte z. B. die gesuchte Curve auf einer gegebenen Fläche liegen, deren Gleichung $L = 0$ seyn mag, so wird man für diese Bedingungsgleichung den Ausdruck haben

$$\left(\frac{\partial L}{\partial y}\right) . \delta y + \left(\frac{\partial L}{\partial z}\right) . \delta z = 0$$

1 Littrow's Anleitung zur höheren Math. Wien 1836. S. 205.

und dann gehn, nach dem in der Mechanik bekannten Verfahren[1], die obigen Ausdrücke (A) in die folgenden über

$$\left.\begin{aligned} N-\frac{\partial P}{\partial x}+\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2}-\ldots+\lambda\left(\frac{\partial L}{\partial y}\right)=0 \\ N'-\frac{\partial P'}{\partial x}+\frac{\partial^2 Q'}{\partial x^2}-\ldots+\lambda\left(\frac{\partial L}{\partial z}\right)=0 \end{aligned}\right\}\ldots \quad (B)$$

wo λ einen unbestimmten Factor bezeichnet.

IV. Um den Gebrauch dieses allgemeinen Verfahrens durch einige Beispiele zu erläutern, suche man zuerst die kürzeste Linie zwischen zwei Puncten in einer Ebene. Für diese Linie hat man den allgemeinen Ausdruck

$$\int\sqrt{\partial x^2+\partial y^2}=\int\partial x\sqrt{1+p^2},$$

so dafs man also für diesen speciellen Fall hat

$$U=\sqrt{1+p^2} \text{ und } \partial U=\frac{p\,\partial p}{\sqrt{1+p^2}}.$$

Vergleicht man diesen Werth von ∂U mit dem der Gleichung (I), so hat man

$$P=\frac{p}{\sqrt{1+p^2}}$$

und alle übrigen Gröfsen N, N′, P′, Q .. sind gleich Null. Es gehn daher die zwei Gleichungen (A) in die folgende einzelne über

$$\partial P=0 \text{ oder } \partial p=0 \text{ oder endlich } \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}=0.$$

Das Integral des letzten Ausdrucks ist aber

$$y=Cx+C',$$

wo C und C′ zwei willkürliche Constanten sind, und diese letzte Gleichung gehört für eine *gerade Linie*, die daher, wie bekannt, die gesuchte kürzeste Linie ist.

Sucht man aber die kürzeste Linie, die man im Raum zwischen zwei gegebenen Puncten ziehen kann, so hat man für das Element derselben

$$\partial x\sqrt{1+p^2+q^2}, \text{ also auch } U=\sqrt{1+p^2+q^2}$$

und daher

1 Littrow's theoretische und praktische Astron. Wien 182[illegible] Th. III. S. 11 u. 51.

$$\partial U = \frac{p \partial p + p' \partial p'}{\sqrt{1 + p^2 + q^2}}.$$

Daraus folgt aber

$$P = \frac{p}{U},\ P' = \frac{p'}{U} \text{ und } N = N' = Q = Q' = 0.$$

Dadurch gehen die Gleichungen (A) in die folgenden über

$$\frac{\partial P}{\partial x} = 0,\ \frac{\partial P'}{\partial x} = 0,$$

oder, wenn man integrirt,

$$y = Ax + A' \text{ und } z = Bx + B',$$

welches wieder die bekannten Gleichungen einer Geraden im Raume sind.

Das Vorhergehende setzt voraus, dafs die beiden Endpuncte der gesuchten kürzesten Linie fix sind. Sind aber diese Endpuncte nicht auf eine unveränderliche Weise gegeben, sondern wird z. B. angenommen, dafs sie sich nur auf zwei Curven befinden sollen, die (für den ersten Fall unseres Problems) in derselben Ebene mit der gesuchten kürzesten Linie liegen sollen, so mögen die Gleichungen dieser beiden Grenzcurven seyn

$$\partial y' = m' \partial x' \text{ und } \partial y'' = m'' \partial x''.$$

Um nun die zwei Puncte dieser Grenzcurven zu finden, hat man für den zweiten Theil des obigen allgemeinen Ausdrucks von $\delta . \int U \partial x$ in unserem speciellen Falle die Gleichung

$$U \delta x + \omega P = 0$$

oder

$$U \delta x + (\delta y - p \delta x) . P = 0.$$

Da aber

$$U = \sqrt{1 + p^2} = \frac{\sqrt{\partial x^2 + \partial y^2}}{\partial x} = \frac{\partial s}{\partial x}$$

und

$$P = \frac{p}{\sqrt{1 + p^2}} = \frac{\partial y}{\partial s}$$

ist, so geht die vorhergehende Gleichung in folgende über:

$$\frac{\partial s}{\partial x} \delta x + (\delta y - p \delta x) \frac{\partial y}{\partial s} = 0,$$

oder

$$\frac{\partial y}{\partial s}\delta y + \left(\partial s - \frac{\partial y^2}{\partial s}\right)\frac{\delta x}{\partial x} = 0,$$

oder endlich

$$\frac{\partial y}{\partial s}\delta y + \frac{\partial x}{\partial s}\delta x = 0.$$

Wendet man diesen letzten Ausdruck für jede der bei Grenzcurven besonders an, und nimmt man die Differenz der Ausdrücke, so erhält man für den erwähnten zwe Theil

$$\frac{\partial x''}{\partial s''}\delta x'' + \frac{\partial y''}{\partial s''}\delta y'' - \frac{\partial x'}{\partial s'}\delta x' - \frac{\partial y'}{\partial s'}\delta y' = 0$$

oder, wenn man die vorhergehenden Werthe von $\delta y'$ $\delta y''$ substituirt,

$$\left(\frac{\partial x'' + m''\partial y''}{\partial s''}\right)\delta x'' - \left(\frac{\partial x' + m'\partial y'}{\partial s'}\right)\delta x' = 0.$$

Da aber die beiden Gröſsen $\delta x'$ und $\delta x''$ von einander g unabhängig sind, so ist der letzte Ausdruck den zwei folg den Gleichungen gleichgeltend

$$\partial x'' + m''\partial y'' = 0 \text{ und } \partial x' + m'\partial y' = 0,$$

oder

$$\frac{\partial y''}{\partial x''} = -\frac{1}{m''} \text{ und } \frac{\partial y'}{\partial x'} = -\frac{1}{m'}$$

und diese beiden Gleichungen zeigen, daſs die gesuchte G rade zwischen den beiden Grenzcurven auf diesen beiden C ven senkrecht stehen muſs, um die kürzeste Gerade zu se die man zwischen diesen beiden Curven ziehen kann.

Sucht man endlich von allen, auf einer gegebenen Flä zwischen zwei gegebenen Puncten dieser Fläche liegen Curven die kürzeste, so sey die Gleichung dieser Fläche

$$L = 0 = A\partial x + B\partial y + C\partial z,$$

wo A, B und C Functionen von x, y und z sind. Dieses v ausgesetzt hat man, wie zuvor,

$$U = \sqrt{1 + p^2 + q^2},\ P = \frac{p}{U},\ P' = \frac{p'}{U}.$$

Mit Hülfe dieser Ausdrücke erhält man aus den Gleichung (B)

$$\partial \cdot \frac{p}{U} - \lambda \left(\frac{\partial L}{\partial y}\right) = 0$$

und

$$\partial \cdot \frac{p'}{U} - \lambda \left(\frac{\partial L}{\partial z}\right) = 0,$$

oder auch, wenn man daraus die Gröfse λ eliminirt,

$$\left(\frac{\partial L}{\partial z}\right) \partial . \frac{p}{U} - \left(\frac{\partial L}{\partial y}\right) \partial . \frac{p'}{U} = 0$$

oder endlich, da $U \partial x = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2 + \partial z^2} = \partial s$ ist,

$$\left(\frac{\partial L}{\partial z}\right) \partial \frac{\partial y}{\partial s} - \left(\frac{\partial L}{\partial y}\right) \partial \frac{\partial z}{\partial s} = 0 \ldots \text{(II)}$$

und dieses ist der gesuchte allgemeine Ausdruck für die kürzeste Linie zwischen zwei auf der Fläche $L = 0$ gegebenen Puncten. Ist diese Fläche eine Kugel vom Halbmesser a, so hat man

$$L = 0 = x^2 + y^2 + z^2 - a^2,$$

also auch

$$\left(\frac{\partial L}{\partial z}\right) = 2z, \quad \left(\frac{\partial L}{\partial y}\right) = 2y,$$

und daher die Gleichung (II)

$$z . \partial \frac{\partial y}{\partial s} - y . \partial \frac{\partial z}{\partial s} = 0,$$

oder

$$\frac{z \partial^2 y \qquad y \partial^2 z}{\partial s} = 0,$$

wovon das Integral ist

$$z \partial y - y \partial z = C . \partial s.$$

Ebenso findet man auch

$$z \partial x - x \partial z = C' . \partial s,$$

wo C und C' zwei Constanten bezeichnen. Die beiden letzten Gleichungen zusammengenommen geben

$$z \partial x - x \partial z = A . (z \partial y - y \partial z),$$

wo wieder A eine Constante bezeichnet. Multiplicirt man beide Theile der letztern Gleichung durch $\frac{1}{z^2}$, so findet man für das Integral derselben

$$\frac{x}{z} = A . \frac{y}{z} + B \text{ oder } x = Ay + Bz,$$

[illegible] der Co[illegible] [illegible] gehenden Ebe[illegible] [illegible] der Ku[illegible] [illegible] Gleichun[illegible] [illegible] Kreises d[illegible] [illegible] gegebenen [illegible]

[illegible] gewöhnlich [illegible] Coordinaten [illegible] verschwinden [illegible]

[illegible]

$$Y = \frac{\partial P}{\partial x} - \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + \frac{\partial^3 R}{\partial x^3} - \ldots$$

[illegible] vorkommt, [illegible] und su[illegible] [illegible] in [illegible] erhält man

[illegible]

Integrirt man die einzelnen Glieder dieser Gleichung un[illegible] merkt man, dass

$$\int P\,\partial z = Pz - \int z\,\frac{\partial P}{\partial x}\,\partial x$$

$$\int Q\,\partial q = Qq - p\,\frac{\partial Q}{\partial x} + \int z\,\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2}\,\partial x \text{ ist,}$$

so erhält man

$$\begin{aligned} U = p&\left[P - \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} - \ldots\right] \\ +q&\left[Q - \frac{\partial R}{\partial x} + \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} - \ldots\right] \\ +r&\left[R - \frac{\partial S}{\partial x} + \ldots\right] \\ +sS&\ldots + \text{Const.} \quad \ldots \quad (C) \end{aligned}$$

suche z. B. die Curve, welche, zwei gegebene Puncte einander verbindend, bei der Umdrehung um die Axe x die kleinste Oberfläche erzeugt. Ist F die erzeugte ...e, so hat man bekanntlich den Ausdruck

$$F = 2\pi \int y\,\partial s = 2\pi \int y\,\partial x \sqrt{1+p^2}.$$

... ein Kleinstes, also die Variation δF gleich Null werden, so hat man

$$...= y\sqrt{1+p^2}, \quad N = \sqrt{1+p^2} \text{ und } P = \frac{py}{\sqrt{1+p^2}}$$

... da die übrigen Gröſsen Q, R, S .. verschwinden, so ist ... der Gleichung (C)

$$U = pP + \text{Const.} = \frac{p^2 y}{\sqrt{1+p^2}} + \text{Const.}$$

...tuirt man hierin den obigen Werth von U, so erhält ..., da $p = \frac{\partial y}{\partial x}$ ist,

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \sqrt{\frac{y^2 - C^2}{C^2}}$$

... davon ist das Integral

$$\frac{x}{C} = \text{Log.}\,(y + \sqrt{y^2 - C^2}) + C'.$$

Die beiden Constanten C und C′ ergeben sich aus der Bedingung, daſs die gesuchte Curve durch zwei gegebene Puncte gehen soll. Da für $y < C$ der Werth von x imaginär wird, so ist C die kleinstmögliche Ordinate. Nimmt man diese Ordinate für die Axe der y an, so daſs also $y = C$ für $x = 0$ wird, so hat man

$$0 = \text{Log.}\,C + C',$$

also auch, wenn man a für C setzt,

$$\frac{x}{a} = \text{Log.}\,\frac{y + \sqrt{y^2 - a^2}}{a}$$

oder auch, wenn e die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet,

$$e^{\frac{x}{a}} = \frac{y + \sqrt{y^2 - a^2}}{a} \text{ oder } e^{-\frac{x}{a}} = \frac{y - \sqrt{y^2 - a^2}}{a},$$

und daher auch

die Gleichung einer durch den Anfangspunct der Coordina
d. h. durch den Mittelpunct der Kugel gehenden Ebene. V
bindet man sie mit der gegebenen Gleichung der Kugel, o
betrachtet man die Coexistenz dieser beiden Gleichungen,
erhält man die Gleichung eines *größsten Kreises* der Ku
der also die kürzeste Curve zwischen zwei gegebenen Pun
auf der Oberfläche der Kugel ist.

V. Einfacher ist die Auflösung der gewöhnlich vorko
menden Fälle, wo die eine der drei Coordinaten x, y,
z. B. die letzte, verschwindet. Dann verschwinden auch
Gröfsen N′, P′, Q′ und man hat blofs

$$\partial U = N\partial y + P\partial p + Q\partial q + R\partial r + \ldots$$

und statt der zwei Gleichungen (A) die einzige

$$N = \frac{\partial P}{\partial x} - \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + \frac{\partial^3 R}{\partial x^3} - \ldots.$$

Nimmt man an, was ebenfalls sehr häufig vorkommt, dafs
Gröfse x nicht unmittelbar in U enthalten ist, und substit
man den Werth von N aus der zweiten Gleichung in der
sten, so erhält man

$$\partial U = P\partial p + Q\partial q + \frac{\partial P}{\partial x}\partial y - \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2}\partial y$$

$$= P\partial p + Q\partial q + p\frac{\partial P}{\partial x}\partial x - p\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2}\partial x - \ldots$$

Integrirt man die einzelnen Glieder dieser Gleichung und b
merkt man, dafs

$$\int P\partial p = Pp - \int p\frac{\partial P}{\partial x}\partial x,$$

$$\int Q\partial q = Qq - p\frac{\partial Q}{\partial x} + \int p\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2}\partial x \text{ ist,}$$

so erhält man

$$U = p\left[P - \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} - \ldots\right]$$

$$+ q\left[Q - \frac{\partial R}{\partial x} + \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} - \ldots\right]$$

$$+ r\left[R - \frac{\partial S}{\partial x} + \ldots\right]$$

$$+ sS \ldots + \text{Const.} \ldots \quad (C)$$

Man suche z. B. die Curve, welche, zwei gegebene Puncte mit einander verbindend, bei der Umdrehung um die Axe der x die kleinste Oberfläche erzeugt. Ist F die erzeugte Fläche, so hat man bekanntlich den Ausdruck

$$F = 2\pi \int y \partial s = 2\pi \int y \partial x \sqrt{1+p^2}.$$

Da F ein Kleinstes, also die Variation δF gleich Null werden soll, so hat man

$$U = y\sqrt{1+p^2}, \quad N = \sqrt{1+p^2} \text{ und } P = \frac{py}{\sqrt{1+p^2}}$$

und da die übrigen Gröſsen Q, R, S .. verschwinden, so ist nach der Gleichung (C)

$$U = pP + \text{Const.} = \frac{p^2 y}{\sqrt{1+p^2}} + \text{Const.}$$

Substituirt man hierin den obigen Werth von U, so erhält man, da $p = \frac{\partial y}{\partial x}$ ist,

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \sqrt{\frac{y^2 - C^2}{C^2}}$$

und davon ist das Integral

$$\frac{x}{C} = \text{Log.}\,(y + \sqrt{y^2 - C^2}) + C'.$$

Die beiden Constanten C und C′ ergeben sich aus der Bedingung, daſs die gesuchte Curve durch zwei gegebene Puncte gehen soll. Da für $y < C$ der Werth von x imaginär wird, so ist C die kleinstmögliche Ordinate. Nimmt man diese Ordinate für die Axe der y an, so daſs also $y = C$ für $x = 0$ wird, so hat man

$$0 = \text{Log.}\, C + C',$$

also auch, wenn man a für C setzt,

$$\frac{x}{a} = \text{Log.}\, \frac{y + \sqrt{y^2 - a^2}}{a}$$

oder auch, wenn e die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet,

$$e^{\frac{x}{a}} = \frac{y + \sqrt{y^2 - a^2}}{a} \text{ oder } e^{-\frac{x}{a}} = \frac{y - \sqrt{y^2 - a^2}}{a},$$

und daher auch

Ventilator.

Luftreiniger; *Ventilator;* Ventilateur; *Ventilator.*

Hiermit bezeichnet man alle diejenigen Vorrichtungen welche dazu dienen, die zum Athmen minder geeignete Luft die entweder an sich irrespirabel, oder durch die verschiedenen Processe des Athmens, technischer Fabricationen, krankhafter Ausdünstungen u. s. w. verdorben ist, aus Räumen wegzuschaffen, worin sie sich angehäuft hat, oder auch nur die übermäſsig erwärmte Luft mit frischer kälterer zu vertauschen Ein Luftwechsel, den man füglich *Ventilation* nennen kann findet allezeit von selbst an allen Orten statt, in welche die kalte und schwerere Luft eindringen kann, während die wärmere und leichtere aus ihnen aufsteigend entweicht, worauf zum Theil das Erkalten der geheizten Zimmer im Winter beruht; der Proceſs bleibt aber aus, wenn der warmen Luft nur ein Ausgang nach unten, der kalten dagegen nach oben offen steht, und dieser zugleich verhältniſsmäſsig enge ist, weswegen sich die kalte Luft sehr bleibend in den sogenannten Eishöhlen, in unterirdischen Räumen, Kellern u. s. w. erhält. Diese Art der Ventilation wird bedeutend verstärkt durch geeignete Canäle, in denen die kältere Luft herzuströmen kann, beim Vorhandenseyn anderer, die zum Abflieſsen der wärmeren dienen, wie solches z. B. bei groſsen Concert- und Tanzsälen, Eſszimmern, Opernhäusern u. s. w. statt findet, in welche die kalte Luft durch untere Oeffnungen, meistens nur die Thüren und undichten Fenster, eindringt und die warme durch höher liegende, namentlich den herabhängenden Kronleuchtern zugehörige, Canäle in so groſser Menge entweicht, daſs dadurch eine sehr merkliche Luftströmung erzeugt wird. Hierher gehören dann vorzüglich auch die sehr bedeutenden Wirkungen der Windöfen und Camine. Alles dieses möge jedoch hier nur im Allgemeinen berührt werden, da die hierüber bestehenden physikalischen Gesetze bereits[1] so ausführ-

---

1 Vergl. Art. *Heizung*. Bd. V. S. 158 u. 206. *Pneumatik*. Bd. VII. S. 593.

lich mitgetheilt worden sind, daſs sie bei gegebenen Gröſsen zur Bestimmung der Luftmengen, die in einer bestimmten Zeit ab- und wieder hinzuströmen, genügen. Eine Anweisung zu einer künstlichen Vorrichtung dieser Art wird unter andern durch CAVALLO[1] angegeben, wonach man in der Decke der Zimmer eine zum Dache hinausragende Abzugsröhre der warmen Luft, unter der Decke aber durch die Wand eine zweite, aufsen bis auf den Boden herabgehende, anbringen soll, damit durch die letztere die kalte Luft von auſsen, zum Ersatz der entweichenden, wieder hinzuströme und von der Höhe des Zimmers herabsinke, um keinen zu starken Luftzug zu erzeugen, welcher entstehen würde, wenn man die Zufluſsröhre der kalten Luft unten am Boden anbringen oder die eben genannte im Zimmer wieder bis auf den Boden hinabführen wollte.

Dieses einfache Mittel der Ventilation ist seitdem auf verschiedene Weise abgeändert und modificirt worden. Hierhin gehört zuerst die von DE L'ISLE DE ST. MARTIN[2] vorgeschlagene Einrichtung, wonach der Luftzug durch zwei auf die Röhre gesetzte Hüte vermehrt werden soll. Der Versuch wurde mit einem als Modell und zur Prüfung der Sache dienenden Apparate angestellt, aus einem Kasten RR mit zwei Schiebern S und S' bestehend, welche mehr oder weniger geöffnet der eindringenden Luft einen ungleich freien Zutritt verstatteten. Fig. 241. Auf diesen Kasten war die verticale Röhre TV aufgestellt, von deren oberer Oeffnung ACBD ein nach unten gehender Schirm ABLP herabhing, über welchem ein zweiter, oben verschlossener Hut NQDM, durch vier Streben OO'DD' am unteren befestigt, angebracht wurde. Die Dimensionen sind BL = 1,5 AB, FL = AB für den unteren Hut, BN = AB, BM = 1,25 AB für den oberen. Der untere Kasten, durch dessen Schieber sich die Stärke der Strömung reguliren läſst, soll sich im Zimmer, die obere Oeffnung der Röhre mit den beiden Hüten aber in freier Luft befinden, und indem dann die aufsteigende Luft gegen N stöſst, und zwischen den bei-

---

1 Abhandl. über die Natur und Eigenschaften d. Luft. Aus d. Franz. Leipz. 1783. S. 175.

2 Journ. de Phys. 1788. Sept. p. 83. daraus in: Gotha'sches Magazin. Th. VI. St. 1. S. 81.

den Hüten entweicht, soll ein Luftstrom entstehen, welch das Aufsteigen der Luft befördert. Ob diese Wirkung unmittelbar erfolge, dürfte zweifelhaft seyn; wenn aber ein äußer Luftstrom zwischen beiden Hüten hinstreicht, so wird dadurch allerdings die verticale Luftströmung in der Röhre vermehrt werden, wie sich dieses auch im Experimente zeigte, indem bei z eine vertical aufsteigende, oben horizontal gebogene Röhre angebracht wurde, in welche nach verschlossenem Kasten eine vorgehaltene Lichtflamme eindrang, wenn man seitwärts gegen den Zwischenraum der Hüte blies.

Eine ausführliche Behandlung des ganzen Problems der Ventilation lieferte G. F. Parrot in einem eigenen Werke[1], worin zugleich die Menge der durch Respiration eines Menschen in gegebener Zeit verdorbenen Luft angegeben und die Construction des empfohlenen Apparates auf pneumatische Gesetze gegründet wird. Die gewählte Construction ist in der Hauptsache ganz die so eben beschriebene des de l'Isle de St. Martin, ohne daſs Parrot jedoch hiervon etwas wuſste, indem er die erste Idee vielmehr aus einem älteren, französischen Werke[2] schöpfte, welches vielleicht beiden Erfindern den ersten Anlaſs gab. Die Mündung der Röhre mit ihren beiden Hüten nennt Parrot den *Saugventilator*, welcher wegen genauer Uebereinstimmung mit dem beschriebenen keiner näheren Angabe bedarf, und es genügt daher hinzuzufügen, daſs die beiden abgekürzten Kegel (die Hüte der Röhre) nicht bloſs über das Dach hinausragen, sondern auch 20 Fuſs von benachbarten Gegenständen entfernt seyn sollen, um dem Wind freien Zutritt zu gestatten, damit er durch den Stoſs gegen die schiefen Flächen eine fächerförmige Ausbreitung (*amplitudo reflexionis*) annehmen möge. Der Winkel, den die Seite des Kegels mit der Grundfläche macht, wird zu 2. bis 25 Grad angenommen, der obere Durchmesser der abgekürzten Kegel soll aber den dritten Theil des unteren betragen. Ferner theilt Parrot den Raum zwischen beiden Kegeln in acht Kammern, deren Wände, auf dem unteren fest-

1 Der zweckmäſsige Luftreiniger theoretisch und praktisch beschrieben. Frankf. 1793. 8. Vergl. Gotha'sches Magazin. Th. IX. St. IV. S. 86.

2 La Mécanique du feu. Par. 1810.

sitzend, den oberen tragen und verlängert durch die Axe der Röhre T V gehen, ihre Länge aber beträgt nicht mehr als die Hälfte des Radius der Grundfläche oder 0,75 der Seite des Kegels, wonach die äufsere Oeffnung jeder Kammer beinahe dem Durchmesser der kleineren Grundfläche das Kegels gleich ist. Man übersieht bald, dafs auf diese Weise allerdings ein Aufsaugen der Luft auf gleiche Weise, als in dem bekannten Versuche von CLEMENT[1], durch das Einströmen des Windes in die Kammern der einen Seite und das Ausströmen derselben aus den gegenüberstehenden erzeugt werden müsse, wonach dann von selbst folgt, dafs die kleine Grundfläche des obern Kegels einer Bedeckung bedürfe, die zum Abflufs des Regens etwas gewölbt seyn kann. Nach einer angestellten Berechnung soll die Geschwindigkeit, womit die Luft aus der Saugröhre ausfliefst, sich zu der des Windes wie 2:5 verhalten, und Versuche mit Röhren von ungleicher, bis 2 Fufs Durchmesser steigender Weite bestätigten diese Bestimmung. Die Saugröhre des Ventilators steht mit ihrem unteren Ende auf dem oberen Deckel eines wohlverschlossenen Kastens, aus welchem Röhren in diejenigen Zimmer herabgehn, deren Luft gereinigt werden soll, wonach also der Hauptsammelkasten sich im obern Theile der Häuser befinden und der Flächeninhalt eines Querschnittes der Hauptableitungsröhre T V der Summe der Querschnitte aller Zuleitungsröhren gleich seyn mufs. Zur näheren Bestimmung der erforderlichen Gröfsen wird dann noch hinzugesetzt, dafs die Weite der Zuleitungsröhren doppelt so viele Quadratzolle, als die Zahl der Menschen beträgt, durch welche die Luft verunreinigt wird, betragen könne, jedoch begreift man leicht, dafs diese Bestimmung hauptsächlich von der Geschwindigkeit der Bewegung, womit die Luft in den Röhren strömt, abhängen müsse. Der Hauptkasten R R', bei welchem hiernach die Schieber und Oeffnungen wegfallen, soll eine Länge und Breite von 2 Fufs + dem Durchmesser der Röhre T V und eine Höhe von 13 Zoll + dem Durchmesser einer Zuleitungsröhre haben; die Zuleitungsröhren sollen einen Zoll über dem Boden des Kastens münden und nirgends ein Knie haben, vielmehr sollen da, wo sie sich biegen müssen, Hülfskasten von der Einrichtung des

1 S. Art. *Pneumatik*. Bd. VII. S. 679.

Hauptkastens angebracht werden. Diese letztere Vorsicht is jedoch nach den Gesetzen der Pneumatik überflüssig, da bekanntlich die Strömung der Luft durch Krümmungen der Röhren nicht gehindert wird[1].

Um die abfliefsende Luft durch neu von aufsen herzuströmende zu ersetzen, würde es blofs einer in die Zimmer führenden offenen Röhre bedürfen, allein dann würde, aufser dem statischen Aufsteigen der wärmeren Luft, die bewegende Kraft blofs durch den Saugventilator erzeugt werden. Um dessen Wirkung zu verstärken, versieht PARROT seinen Apparat noch mit einem *Druckventilator* am offenen unteren Ende der Röhren, welche die äufsere Luft den Zimmern wieder zuführen. Dieser besteht aus der beschriebenen, aber umgekehrten Vorrichtung, indem die gröfseren, den beiden abgekürzten Kegeln zugehörigen, Grundflächen nach aufsen gerichtet sind, also, mit dem Saugventilator verglichen, auf der Axe der Röhre, hier der Zuleitungsröhre, umgekehrt stehen. Zugleich sind die Kegel etwas spitzer, die Seitenfläche des obersten ist, wie die Oeffnung einer Trompete, krummlinig gemacht, und der Durchmesser der kleineren Grundfläche beträgt nur 0,25 der gröfseren; beide gröfsere Grundflächen sind einander gleich, und der Durchmesser der Saugröhre beträgt $\frac{1}{3}$ des Durchmessers der gröfseren Grundflächen der Kegel. Zwischen beiden Kegelflächen werden zwölf Kammern angebracht, zur Beschützung gegen das Wetter aber dient ein niedriges kegelförmiges Dach mit einer Rinne und sechs Oeffnungen, denen gegenüber inwendig ein leichtes Bretchen an zwei Riemchen frei hängt, gegen welches der Wind beim Einströmen stöfst und dadurch gegen die untere Mündung gerichtet wird. PARROT giebt aufserdem als Sauger noch ein Windrad an, welches mit der Kurbel gedreht werden soll, oder durch eine Schnur, die nach dem Aufenthaltsorte hin gerichtet werden müfste, um durch sie das Rad von Zeit zu Zeit in Bewegung zu setzen. Endlich wird noch gezeigt, wie man diesen Ventilator nicht blofs bei Wohngebäuden, sondern auch bei Krankenhäusern, Gefängnissen, Kirchen, Schauspielhäusern, auf Schiffen, in Bergwerken u. s. w. anbringen könne, was sich jedoch leicht von selbst ergiebt.

---

1 S. Art. *Pneumatik*. Bd. VII. S. 671.

Von den bisher beschriebenen Ventilatoren scheint Boswell keine Kenntniſs gehabt zu haben, als er den seinigen bekannt machte[1], weil er sonst wegen der Aehnlichkeit des zum Grunde liegenden Princips vermuthlich darauf Rücksicht genommen hätte. Auch bei diesem soll durch den Wind eine Strömung der in einer Röhre aufsteigenden Luft erzeugt werden. In der vollendetsten, zugleich aber kostbarsten Ausführung muſs auch dieser Ventilator über das Dach des Hauses, das Verdeck des Schiffes, die Mündung des Schachtes u. s. w., wofür die Ventilation eingerichtet wird, hinausragen und der obere Theil desselben auf eine solche Weise beweglich seyn, daſs die Oeffnung des Trichters, in welche der Wind blasen soll, diesem stets entgegenstehe. Der Haupttheil besteht daher aus der in einem rechten Winkel gebogenen Röhre B mit dem eingesetzten Trichter G, dessen Dimensionen im Verhältniſs zu den Röhren nicht näher bestimmt sind; sie lassen sich indeſs annähernd aus der Zeichnung entnehmen, aus welcher sich zugleich ergiebt, daſs der Wind in die Oeffnung des Trichters blasen, in der verengten Röhre zusammengedrängt werden und beim Austritte aus der letzteren in der weitern Röhre B einen Luftstrom erzeugen soll, durch welchen die Luft in der verticalen Röhre A aufgesogen wird. Die knieförmig gebogene Röhre zusammt dem Trichter ruht auf der verticalen Stange E, welche in der Strebe H befestigt, durch eine Querstange D gesteckt und mit ihrer untern Spitze in eine zweite Querstange K eingelassen ist. Die beiden letzteren Querstangen sind in der Zuleitungsröhre A so befestigt, daſs die Tragstange E sich in den Oeffnungen D und K frei um ihre verticale Axe drehen kann, und zugleich müssen die Dimensionen der Röhre B und des Trichters G so gewählt seyn, daſs die geometrische Axe der Tragstange E durch den Schwerpunct des obern beweglichen Theiles geht, damit der Wind denselben leicht umdrehen und die Oeffnung des Trichters G seiner Richtung entgegen stellen könne. Die Zuleitungsröhre A hat oben das engere Stück, den an ihr befestigten Ring CC, und in den hierdurch gebildeten Zwischenraum geht der untere Theil des verticalen Stückes der Röhre B so herab, daſs er sich frei darin bewegen kann. Um

Fig. 212.

1 Nicholson's Journ. of Nat. Phil. T. IV. p. 5. G. V. 363.

Schachten auf dem Harze in Anwendung gebracht hatte[1]. D
von HALES vorgeschlagene Ventilator besteht aus zwei h
zernen Kasten oder Parallelepipeden, deren jedes in der M
durch eine um ein Scharnier bewegliche hölzerne Klappe g
theilt ist. Diese Klappen sind an einer Seitenfläche des K
stens durch das Scharnier befestigt und stehen von den üb
gen Seitenflächen 0,05 Zoll ab. Sie sind durch eiserne Sta
gen an einem Hebel so befestigt, dafs man durch Hin- u
Herbewegen der Hebelstange, wie beim doppelten Druc
werke, abwechselnd eine Klappe um die andere erheben u
wieder niederdrücken kann. An den Grundflächen jedes K
stens befinden sich vier Ventile, deren zwei sich nach inn
zwei aber nach aufsen öffnen. Jeder Kasten ist da, wo d
auslassenden Ventile sich befinden, mit einem vorliegend
kleineren Kasten oder einem Parallelepipedum verbunden,
welches bewegliche Röhren eingesetzt werden, um durch die
die Luft an die gehörigen Orte hinzuleiten, da man vermi
telst dieser Maschine nach ihren verschiedenen Stellungen ebe
so gut die verdorbene Luft auspumpen, als frische einbring
kann. Im ersten Falle mufs der Ventilator so stehen, da
seine einsaugenden Ventile mit dem Zimmer verbunden sin
das Ende der Röhre aber in die freie Luft geht, und HAL
berechnet dann, dafs man mit einem doppelten Kasten, jede
von 10 Fufs Länge, 3 bis 4 Zoll Breite und 13 Zoll Höhe,
einer Stunde 25000 Tonnen Luft auspumpen könne, währe
die frische Luft so unvermerkt eindringe, dafs die Kranken u
Schlafenden nichts davon bemerkten. Um frische Luft in e
Zimmer einzuführen, mufs die Maschine aufserhalb angebrac
seyn, die Röhre aber in das Zimmer gehen, in welchem Fal
jedoch ein unangenehmes Blasen aus der Röhre statt finde
Von ähnlicher Einrichtung, als Gebläse wirkend, war auc
der durch VEULERESSE[2] angegebene Ventilator, mit welche
1780 auf der französischen Fregatte Cybele Versuche angeste
wurden, die jedoch nicht ganz befriedigend ausfielen.

Um unausgesetzt die verdorbene Luft wegzuschaffen, müfs
diese Maschine stets oder mit nur kurzen Unterbrechungen i

1 Gemeinnützige Kalender-Lesereyen von F. A. FRESENIUS 178
Th. I. S. 42. In BUSCH Handbuch d. Erfindungen. Th. XII. S. 185.

2 Gotha'sches Magazin. Th. I. St. 1. S. 95.

Bewegung erhalten werden, welches, die unförmliche Gröfse nicht gerechnet, sehr viele Arbeit erfordert, und es mag dahingestellt bleiben, ob es dem FITZGERALD gelungen sey, eine Dampfmaschine für diesen Zweck in Anwendung zu bringen[1]. SUTTON schlug daher vor, man solle die Erwärmung der Luft durch das Küchenfeuer zur Ventilation benutzen, wie MEAD[2] zuerst angegeben hatte, indem man den hierdurch bewirkten Luftzug durch ein mit dem Aschenherde verbundenen und in mehrere Zweige verbreitetes Zugrohr an diejenigen Orte hinführe, wo es nöthig sey. Ueber diesen Vorschlag wurde von DESAGULIERS[3] und seinen Zeitgenossen viel verhandelt, und zwar schon früher, als SUTTON's Vorschlag dahin abgeändert worden war, unten im Schiffe einen Ofen anzubringen und die dadurch erwärmte Luft in die oberen Räume zu leiten, wonach es dann blofs noch einer Abzugsröhre bedurfte, um bei diesem Zuströmen der wärmeren Luft die verdorbene aus dem Zwischendeck abzuleiten. DESAGULIERS will die Aufgabe der Ventilation schon seit 1715 verfolgt haben, als er das oben bereits genannte französische Werk[4] ins Englische übersetzte, und aus dieser Quelle scheinen daher die ersten Vorschläge zur Ventilation insgesammt ausgegangen zu seyn. Fafst man dasjenige kurz zusammen, was er sehr wortreich über das Problem vorbringt, so verwirft er die durch MEAD und SUTTON angegebene Idee, die erhitzte Luft über dem Aschenherde in die zu reinigenden Räume zu leiten, weil hiermit zugleich schweflige Dünste herbeigeführt würden, die sich leicht entzünden könnten, und er räth vielmehr, eine aus den zu reinigenden Räumen ausgehende Röhre auswärts zu erhitzen, dadurch das Aufsteigen der Luft in derselben zu bewirken und dann aus diesem Abzugscanale Röhren nach denjenigen Orten hin zu leiten, aus denen die verderbene Luft weggeführt werden soll. Solche Vorrichtungen scheint er mehrere, namentlich auch im Sitzungssaale des Unterhauses, angelegt zu haben, ich kann jedoch nicht auf-

---

1 Wittenberger Wochenblatt. 1772. St. 7. bei BUSCH a. a. O.

2 Philos. Trans. 1742. T. XLII. N. 462. p. 42. 62.

3 Philos. Trans. 1727. T. XXXV. N. 400. p. 353. Vergl. T. XXXIX. N. 437. p. 40. Cours de Physique expér. Par. 1751. 4. T. II. p. 465.

4 Mécanique du Feu. Par. 1710.

finden, mit welchem Erfolge die verschiedenen Apparat Anwendung gebracht wurden. Da das Werk des Desaguli früher sehr allgemein gelesen wurde, so hat Ventura[1] den ihm gemachten Vorschlag ohne Zweifel auch aus dieser Qu geschöpft. Dieser empfiehlt eine sogenannte Luftkugel Thon, Eisen oder einer sonstigen, die Wärme lange erhalt den Substanz von 10 Zoll Durchmesser und mit zwei kur Röhren, auch einigen Haken zum bequemen Aufhängen v sehen. In den obern Hals der Kugelöffnung soll eine Rö gesteckt werden, und eine andere in die untere kurze Röl die man verlängert an den zu reinigenden Ort hinführt. B Gebrauche erhitzt man die Kugel, die in ihr befindliche L wird dadurch leichter, muſs also statisch aus der obern Mi dung aufsteigen und einen aufwärts gerichteten Strom in untern Röhre erzeugen, wodurch die Luft aus den zu rei genden Räumen aufgesogen wird.

Wir haben bisher drei Principe kennen gelernt, wor die Ventilatoren gebaut sind, unter denen das erste v Desaguliers erfundene oder aus dem genannten Werke e lehnte durch Erwärmung der Luft ihr statisches Aufsteigen l wirkt, das zweite von de l'Isle de St. Martin und v züglich Parrot den Windstoſs als bewegendes Mittel benut das dritte von Hales und Triewald als gewöhnliches G bläse zu diesem Zwecke dient. Diesen aus den Zeiten d Kindheit der mechanischen Wissenschaften herrührenden V richtungen kann noch eine vierte Maschine angereiht werd deren man sich seit dem Anfange des vorigen Jahrhunde sehr allgemein, namentlich in England, zum Reinigen des Ko und der Baumwolle bediente, die man aber zugleich auch z Ventilation benutzte. Diese durch Desaguliers[2] unter d Namen *Centrifugalventilator* beschriebene, mehrfache Mo ficationen gestattende Vorrichtung besteht nach Robison[3] a
Fig. 248. einer Trommel, worin sich eine Welle mit vier oder meh ren Flügelbretern A, D, E, K befindet, deren Breite u Länge bis auf einen geringen Zwischenraum für die ung hinderte Bewegung den inneren Raum der Trommel ausfü

1 Jacobson technolog. Wörterbuch. Th. IV. S. 500.
2 Philos. Trans. 1735. T. XXXIX. p. 40.
3 System of mechanical philosophy. Edinb. 1822. T. III. p. 80

Wird die Welle vermittelst einer an ihrer Axe, die auf beiden Seiten aus der Trommel hervorsteht, angebrachten Kurbel umgedreht, so treiben die Flügel die Luft vor sich her durch die Röhre W, wodurch dann von selbst ein Einströmen in die entgegenstehende Röhre V erzeugt werden muſs. Mit unbedeutenden Veränderungen ist dieser Ventilator der nämliche Apparat, welchen Ranke[1] unter dem Namen *Thermantidote* zur Abkühlung der Luft in Indien empfohlen hat. Hierbei steht allerdings das bedeutende Hinderniſs im Wege, daſs dort oft die äuſsere Luft wärmer ist, als die in den Wohnungen, namentlich während der heiſsen Winde, und daſs daher noch die schwierige Aufgabe hinzukommt, die kältere Luft, die nur durch mechanische Mittel in die Zimmer gebracht werden kann, aufzufinden, die man nicht leicht anders als aus Kellern oder Brunnenschachten erhalten kann, wohin dann die Saugröhren geleitet werden müssen.

Die neueren Vorschläge von Maschinen, die zur Wegschaffung der verdorbenen Luft dienen sollen, sind sämmtlich auf das eine oder das andere der beiden älteren Principe gebaut, nämlich entweder die an sich leichtere oder künstlich erwärmte Luft aufsteigen zu machen, oder durch mechanische Mittel eine Bewegung der Luft zu erzeugen, und unter diesen beiden Mitteln ist ohne Widerrede das erste bei weitem das vorzüglichste, weil das letzte fortdauernd einen bedeutenden Kraftaufwand erfordert, den man wohl überall nicht ohne Kosten erhalten kann. Daher beschränkt sich Tredgold[2] bloſs auf den Vorschlag, Abzugscanäle oder Röhren zum Aufsteigen der verdorbenen Luft und andere zum Herbeiführen der äuſseren reinen auf die bereits angegebene geeignete Weise und nach den bekannten pneumatischen Grundsätzen herzustellen, wobei er als zweckmäſsig hinzufügt, daſs es vortheilhaft sey, die Oeffnungen der Zuleitungscanäle mit einem Drahtgitter zu versehn, damit die hereinströmende kalte Luft die Bewohner der gelüfteten Zimmer, insbesondere wenn diese Patienten sind, nicht unangenehm afficire. Als zweck-

1 Asiatick Journal. T. XXVIII. p. 323. Kurze Nachricht in Edinbergh Journ. of Sc. N. S. N. IV. p. 351.

2 Principles of warming and ventilating buildings. London 1824.

mäfsig erkennt man auch bald eine zweite Regel, nämlich Zuleitungscanäle mit einer Klappe zu versehen, die man m oder weniger öffnen kann, weil namentlich im Winter Aufsteigen der künstlich erwärmten Luft und das Eindrin der äufseren kalten weit schneller geschieht und es da räthlich ist, die Weite des Zuleitungscanals in ebendie Verhältnisse zu vermindern. Endlich ist es sowohl im All meinen, als namentlich auch bei Krankenzimmern sehr v theilhaft, die herzuströmende kalte Luft vorher zu erwärm was in einem Vorgemache geschehn mufs, in welches die leitungscanäle münden und aus welchem dann die erwär Luft in die eigentlichen Zimmer strömt. Hierbei darf ka erinnert werden, dafs die Luftheizung von selbst zugleich e zweckmäfsige Ventilation darbietet, namentlich wenn die w mere Luft der Zimmer nicht wieder in die Heizkammern rückkehrt, sondern auf Corridors oder Speicher abgeleitet wi auch liegt sehr nahe, dafs die für diesen Zweck hergestell Canäle im Sommer gleichfalls blofs zur Ventilation der v dorbenen Luft dienen können. D'Arcet's Ventilator, v ihm *Appellschlot* genannt, ist von dieser nämlichen Einric tung. Da die Geschwindigkeit der Strömung in Canälen d Quadratwurzeln aus ihren verticalen Höhen proportional wäcl so führt er die Abzugsröhre von den untern Räumen aus über das Dach empor und versieht ihre Mündung mit ein geeigneten Hute, um das Eindringen des Windes in die Oe nung zu entfernen. In diesen Abzugscanal werden Röh aus denjenigen Räumen geleitet, aus denen man die verd bene Luft wegzuschaffen beabsichtigt, und wenn der Z nicht von selbst stark genug ist, so verstärkt man ihn kün lich durch eine Lampe, die an einer geeigneten Stelle oberen Theile der Abzugsröhre angebracht wird; ist aber wegzuschaffende Luft an sich schwer und daher nicht lei zum Aufsteigen zu bringen, so mufs ein über solchen R men angebrachter Ofen, durch welchen die Röhre gele wird, um die in dieser enthaltene Luft in Folge starker A dehnung durch Wärme bedeutend leichter zu machen, Hülfe kommen, welcher auch als Windofen die wegzusch fende Luft aufnehmen und die aus ihm dann sammt d Rauche entweichende durch ein Rohr dem Abzugsrohre z führen kann. Beim Opernhause in Paris ist über dem grofs

Kronleuchter ein Appellschlot angebracht, ein anderer über der Bühne, dagegen führen 2400 Röhren unter den Logen im Winter die erwärmte Luft von den Corridors, im Sommer die kühle aus den Kellern wieder herzu[1]. Ganz neuerdings hat aber Combes[2] den Centrifugal-Ventilator zur Anwendung in Krankenhäusern abermals empfohlen, welcher nach der von ihm erfundenen Construction bei 97 Umdrehungen in 1 Minute und bei einem Kraftaufwande von 4,76 Kilogr. 53 Kubikmeter Luft fortschafft.

In heifsen Gegenden, wo es nicht genügt, frische Luft herbeizuführen, sondern wo man auch eine Abkühlung derselben zu bewirken wünscht, ist die Aufgabe schwieriger, und daher haben sich vorzüglich die Engländer in Indien bemüht, die geeigneten Mittel für diesen Zweck aufzufinden. Dort bedient man sich der *Punka*, eines Rahmens von leichtem Holze mit einem Handgriffe und eingespanntem lose gewebten Baumwollenzeuche, die man in den Zimmern schwenkt, um eine Luftbewegung und dadurch Abkühlung der Menschen zu erzeugen, wodurch aber die Luft nicht wechselt und also keine eigentliche Ventilation bewirkt wird. Ebenso dient der *Tatty* bloß zur Abkühlung, denn er besteht aus einer Matte, die vor den Thüren und Fensteröffnungen ausgespannt und stets mit Wasser feucht erhalten wird, um durch dessen Verdampfung Wärme zu binden. Zur Erreichung der eigentlichen Ventilation bleibt dann nichts anderes übrig, als die künstlich abgekühlte Luft durch mechanische Mittel in die Zimmer zu pressen, welches durch irgend eins der angegebenen und verschiedentlich modificirten Gebläse geschieht. Ein solcher Ventilator eigenthümlicher Art, allerdings sehr zusammengesetzt, ist von Wauchope[3] vorgeschlagen worden. Wie die Zeichnung angiebt, wird die Luft durch eine Art Cylinder- oder Kastengebläse P, P vermittelst eines Pferdegöpels in Bewegung gesetzt. Ehe sie in das Haus gelangt, strömt sie durch die vielen Windungen einer langen Röhrenleitung SS, welche aus 6 Zoll weiten, leicht gebrannten, thönernen Röhren poröser Art be- Fig. 244.

---

1 Ueber die Ventilation im Hôtel des Invalides s. Machines approuv. T. VII. p. 379.

2 L'Institut. 6me An. N. 237. p. 324.

3 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXII. p. 225.

steht, die stets feucht erhalten werden und die durchströmen Luft daher merklich abkühlen müssen. Um die Abkühlu zu verstärken, dienen die Flügel mm, welche durch e Welle an der Kurbel hh schnell umgeschwungen eine bede tende Luftbewegung erzeugen und somit die Verdunstu mithin auch die Abkühlung der Röhren und der durch strömenden Luft befördern. Um Luft aufzufangen und de Gebläse zuzuführen, dient der Trichter F nebst der Röhre B indem ersterer gegen den Wind gerichtet wird, diesen au fängt und auf solche Weise die Luft in die Röhrenleitu SS prefst, so dafs dann das Gebläse entbehrt werden ka und die ganze Ventilation ohne mechanische Mittel bewer stelligt wird, wenn man die Bewegung der Flügel mm au setzt, die Abkühlung der Röhren SS aber blofs durch d Luftströmung geschehn läfst. Ebenso mufs man zwar die Rö ren zuweilen benetzen, allein da sie durch ein Dach zw gegen die Sonnenstrahlen, aber nicht gegen den Regen g schützt sind, so genügt es, wenn sie auf diese Weise n von Zeit zu Zeit benetzt werden. Uebrigens wird nicht e wähnt, dafs solche Ventilatoren wirklich erprobt und zweckmäfs gefunden worden sind, sondern die Beschreibung ist blofs na einem Modelle gemacht, welches der Erfinder verfertigen lief In Indien und überhaupt an allen Orten, wo die äufsere Lu heifser ist, als die im Innern der Häuser, und wo das B dürfnifs einer Abkühlung sich so fühlbar macht, wie a den Schiffen, wo die verhältnifsmäfsig geringe Höhe über de Wasserspiegel nicht gestattet, durch ihre Länge wirksame Zu canäle anzubringen, ist man gezwungen, mechanische Mittel z Erzeugung eines Luftwechsels anzuwenden, für Häuser aller A unter mittleren und höhern Breiten ist es aber leicht, nach den an gegebenen statischen und pneumatischen Gesetzen geeignete Ven tilatoren zu construiren. Dahin gehören auch die drei bis fü Zoll im Durchmesser haltenden kurzen Röhren mit eine Flugrädchen, welches eine zu starke Strömung hindert, ein mal in Bewegung gesetzt aber vermöge der schrägen Richtu seiner fächerartigen Bleche die Luft durch sich gleichsam hi durchschraubt, wie man diese ehemals häufiger als jetzt i obersten Theile der Fenster anzubringen pflegte. Hauptsäcl lich ist es für manche Theile in den Bergwerken ein grofs Bedürfnifs, die sich fortwährend entwickelnden nachtheilige

Luftarten, die bösen Wetter, bösen Schwaden, wegzuschaffen, was durch den sogenannten Wetterwechsel von selbst erfolgt, indem durch einen natürlichen, oft ausnehmend starken, einem Sturmwinde an Geschwindigkeit wenig nachstehenden Luftzug äufsere Luft eindringt und die aus den innern Räumen, durch entwickelte Gasarten, durch Respiration und Verbrennungsprocesse verunreinigte, meistens aus den bis zu bedeutender Tiefe herabgehenden Schachten, entweicht. Wenn dieser natürliche Wetterwechsel stockt, so wird dadurch künstlich nachgeholfen, dafs man an irgend einer obern Stelle die Luft erhitzt, damit sie aufzusteigen beginnt, dadurch die untere Luft nach sich zieht und die nöthige Circulation einleitet, um das anhaltende Stagniren der verdorbenen Luft in den untern, mehr geschlossenen, Räumen zu verhüten, wodurch sonst der Aufenthalt der Menschen daselbst gefährlich oder gar ganz unmöglich werden könnte. Eine hierfür geeignete Vorrichtung ist unter andern durch Garvey[1] für Kohlenbergwerke ausführlich beschrieben worden, das Ganze gehört übrigens in das Gebiet der Bergwerkskunde; überhaupt liefse sich noch Vieles über diesen Gegenstand beibringen, wenn man nur die meisten vorgeschlagenen Ventilatoren beschreiben wollte, es wird aber hier genügen, die wesentlichen Grundsätze, worauf alle gebaut sind, angegeben zu haben[2].

M.

---

1 Dingler's polytechnisches Journ. Th. XLIV. S. 451.

2 Aufser den Werken über technische Maschinen vergl. Whitehurst on ventilation. Lond. 1794. 4. Böhert von Luftwechselmaschinen. Petersb. 1797. 4.

Venus.

Venus; Venus; *Venus;* der zweite Planet un
res Sonnensystems, der unmittelbar auf Mercur, den nächst
bei der Sonne, folgt. Man erkennt ihn an seinem blenden
Lichte, durch das er oft selbst am hellen Tage sichtbar w
und bei Nacht, gleich dem Monde, an den von ihm beschi
nenen Körpern einen Schatten wirft. Dieser Planet ist
einzige, den Homer erwähnt, bei dem er[1] *κάλλιστος*,
schönste, heifst.

> „Hell wie der Stern vorstrahlt in dämmernder Stunde des Melkens,
> „Hesperus, der der *schönste* erscheint von den Sternen des Himmels.
>
> (Uebers. von Vofs.)

Diese Benennung, *Hesperus* oder *Vesperugo* (Abendstern), e
hielt er, weil man ihn wahrscheinlich zuerst als einen Wa
delstern um diejenige Zeit erkannte, wo er in den Abendstu
den am westlichen Himmel, nach Untergang der Sonne, i
hellsten Lichte glänzte. Einen ähnlichen hellen Stern e
kannte man auch bald darauf in den Morgenstunden an d
Ostseite des Himmels, wo er dem Aufgange der Sonne vo
herging, daher man diesen *Phosphorus*, Lichtbringer oder Mo
genstern, nannte. Es war vielleicht eine fortgesetzte Aufmer
samkeit nöthig, um zu erkennen, dafs beide Sterne nur ein
und derselbe sind. Man sagt, dafs Pythagoras die Ident
tät der beiden Gestirne zuerst erkannt habe. Uebrigens h
Mercur gleiche Ansprüche auf diesen Doppelnamen eines Mo
gen- und Abendsterns, doch zog Venus durch ihren hell
Glanz die Aufmerksamkeit der Menschen besonders auf sic
und die spätern Dichter der Griechen, so wie die der Röme
sind voll von dem Lobe ihrer Schönheit.

> Qualis ubi oceani perfusus Lucifer unda,
> Quem Venus ante alios astrorum diligit ignes,
> Extulit os sacrum coelo tenebrasque resolvit.
>
> Virg. Aen. VIII, 589.

---

1 Homer. Il. L. XXII. v. 318.

Dieser Planet erhielt das Zeichen ♀ eines runden Spiegels mit einer kreuzförmigen Handhabe, des nothwendigsten Attributs einer Göttin der Schönheit. In der Mineralogie bezeichnet man damit das Kupfer, weil vielleicht die ersten Spiegel der Alten aus diesem Metalle verfertigt worden sind.

I. Allgemeine Erscheinungen dieses Planeten.

Da sich die sogenannten zwei *untern Planeten*, Mercur und Venus, innerhalb der Erdbahn um die Sonne bewegen, so müssen sie uns dieselben Lichtwechsel (Phasen) zeigen, wie der Mond. Das helle Licht dieser beiden Planeten und ihre stete Nähe bei der Sonne hindert uns, diese Phasen mit freiem Auge zu erkennen. Die Fernröhre, durch welche das die hellen Körper gewöhnlich umgebende parasitische Licht entfernt und dadurch ihre Grenze schärfer bestimmt wird, führten gleich anfangs zu der Entdeckung dieser Phasen, die Galilei schon im J. 1610 zuerst erblickte.

Wenn Venus nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel ganz nahe an der östlichen Seite der Sonne steht, wo ihr Durchmesser völlig beleuchtet, aber auch zugleich am kleinsten erscheint (also gleich nach der obern Conjunction), entfernt sie sich in einer directen (gen Ost gerichteten) Bewegung täglich mehr von der Sonne, und wenn sie nahe 47 Grade von derselben absteht, kehrt sie wieder zu ihr zurück. Wenn sie bei diesem Gange zur Sonne derselben gegen 29 Grade nahe gekommen ist, steht sie einige Tage unter den Sternen still, und nimmt dann eine retrograde (westliche) Bewegung an, wobei sie sich der Sonne noch immer mehr nähert, bis sie sich endlich des Abends (zur Zeit der untern Conjunction) ganz in den Sonnenstrahlen verliert. Indeſs hat seit dem Anfange dieser Periode ihr Durchmesser immer zugenommen, während sich das Licht vom östlichen Rande derselben stets mehr zurückzieht, so daſs nur die Westseite beleuchtet erscheint, wie wir dieses beim Monde zur Zeit des ersten Viertels bemerken. Kurz ehe der Planet in den Sonnenstrahlen uns unsichtbar wird, hat er nur die Gestalt einer feinen Lichtsichel, deren convexe Seite westlich oder gegen die Sonne gekehrt ist. Nachdem er uns dann einige Zeit ganz

unsichtbar geblieben ist, sieht man ihn wieder des Morge vor dem Aufgange der Sonne, aber auf der westlichen Se der Sonne. Hier erscheint sein Durchmesser am gröfsten, u sein Licht hat wieder die Gestalt einer feinen Sichel, der convexe Seite aber östlich, d. h. wieder der Sonne zugewe det ist. Indem er sich nun allmälig immer mehr von d Sonne entfernt, wobei seine östliche Beleuchtung wächst, wä rend sein Durchmesser immer abnimmt, geht er, wie zuv noch immer, obschon stets langsamer, rückwärts (oder gen Wes bis er sich wieder 29 Grade von der Sonne, auf der Wes seite derselben, entfernt hat, wo er wieder einige Zeit st zu stehen, d. h. wo er seine von der Erde gesehene Län gar nicht zu ändern scheint. Gleich darauf fängt er seine d recte (gen Ost gerichtete) Bewegung an, entfernt sich aber da bei immer mehr von der Sonne westwärts, bis er wieder 4 Grade westlich von ihr steht, worauf er sich der Sonn wieder so lange nähert, bis er sich endlich in ihren Strahle (zur Zeit der obern Conjunction) verliert, und von da a wieder dieselbe Periode von Erscheinungen durchläuft, di wir so eben beschrieben haben. In der zweiten Hälfte dieser Periode, von der untern bis zur obern Conjunction mi der Sonne, befindet sich der Planet immer auf der Westseit der Sonne, ist immer auf seiner östlichen Seite beleuchtet un sein Durchmesser, der anfangs am gröfsten war, wird imme kleiner, bis er endlich, in der untern Conjunction, wieder wie im Anfange jener ganzen Periode, am kleinsten, obschon zugleich ganz erleuchtet ist. Die Dauer dieser ganzen Periode beträgt im Mittel 1 Jahr und 218 Tage. Ein Bild der Aufeinanderfolge dieser Erscheinungen giebt die Zeichnung, wo S
Fig. 245. den Mittelpunct der Sonne, T den der Erde und A, B, C, D den der Venus vorstellen. Im Anfange der erwähnten Periode, d. h. in der obern Conjunction, ist Venus in A, wo die der Erde zugekehrte Hälfte des Planeten ganz erleuchtet ist. In der Mitte der Periode, oder in der untern Conjunction, ist Venus in C, und hier ist die der Erde zugewendete Seite ganz dunkel. Dort ist der scheinbare Halbmesser (oder der Winkel aTb) am kleinsten, hier ist er gleich a'Tb' oder am gröfsten. Im ersten Viertel ist Venus in B, und hier erscheint die westliche Hälfte derselben beleuchtet, im letzten Viertel oder in D aber die östliche Hälfte derselben. In der gröfsten

Elongation ist Venus in E oder in F, wo TE und TF die durch die Erde T gehende Tangente der Planetenbahn bezeichnen. Wird diese Bahn kreisförmig angenommen, so ist der Winkel TSE = TSF ein rechter Winkel. Wenn die Erde in T fest stände, so würde sich in den Puncten E und F die Venus für einige Zeit in der Richtung dieser zur Erde gehenden Tangenten ET oder FT aufhalten oder sie würde in Beziehung auf die Fixsterne einige Zeit still zu stehn scheinen; aber die Erde bewegt sich in dieser Zeit von T nach t, nach der rechten Seite, und dieses ist die Ursache, daſs sich der Planet E umgekehrt nach der linken Seite zu bewegen scheint, also noch immer seine directe oder östliche Bewegung beibehält, die er von A bis E durch den Bogen ABE gehabt hat. Allein einige Tage darauf wird der Fall eintreten, daſs die tägliche Bewegung ee′ des Planeten und die tägliche Bewegung aa′ der Erde so beschaffen sind, daſs die beiden Gesichtslinien ae und a′e′ einander parallel sind, und dann wird uns der Planet, während er von e nach e′ geht, in Beziehung auf die Fixsterne einige Zeit still zu stehn scheinen. Fig. 246. Da aber die tägliche Bewegung ee′ der Venus nur um ihren sechsten Theil gröſser ist, als die tägliche Bewegung aa′ der Erde, so muſs auch die Richtung ee′ nahe parallel seyn mit der Richtung aa′, wenn die Gesichtslinien ae und a′e′ unter sich parallel seyn sollen, und dieses geschieht erst drei Wochen vor oder nach der untern Conjunction in C. Dasselbe gilt auch von den Gesichtslinien bf und b′f′ nach dieser Conjunction. Zwischen den beiden Puncten e und f scheint also der Planet, von der Erde gesehn, rückwärts oder gen West zu gehn, während er durch den ganzen übrigen, die obere Conjunction einschlieſsenden Bogen seiner Bahn vorwärts oder gen Ost zu gehn scheint.

II. Bestimmung der Stillstandspuncte der Venus.

Um diese Puncte e und f des geocentrischen Stillstandes genauer, durch Rechnung, zu finden, sey S die Sonne, P der Planet und T die Erde. Fig. 247. Nehmen wir den Halbmesser ST der Erdbahn zur Einheit und setzen wir den Halbmesser SP der Planetenbahn = a, den Winkel SPT = π und den

Winkel STP = y, wo also y die Elongation und π die jä[...]liche Parallaxe bezeichnet, so erhalten wir

$$\text{Sin.}\,y = a\ \text{Sin.}\,\pi.$$

Bezeichnen aber l und λ die heliocentrische und geocentris[...] Länge des Planeten und L die heliocentrische Länge der Er[...] so ist

$$\pi = \lambda - l$$

und

$$y = 180^\circ - (\lambda - L),$$

also auch

$$\text{Sin.}\,(\lambda - L) = a\,\text{Sin.}\,(\lambda - l).$$

Differentiirt man diese Gleichung in Beziehung auf l, λ und [...] und setzt dann das Differential von λ gleich 0, so erh[...] man

$$\frac{\partial l}{\partial L} = \frac{\text{Cos.}\,(\lambda - L)}{a\,\text{Cos.}\,(\lambda - l)} \text{ oder } \frac{\partial l}{\partial L} = -\frac{\text{Tang.}\,\pi}{\text{Tang.}\,y}.$$

Sind aber t und T die Umlaufszeiten des Planeten und d[...] Erde, so ist

$$\frac{\partial l}{\partial L} = \frac{T}{t}$$

und überdiefs nach dem dritten Gesetze KEPLER's $T^2 a^3 = t$[...] so dafs demnach die obige Gleichung in die folgende übe[...] geht

$$\text{Tang.}\,y = -a^{\frac{3}{2}}.\,\text{Tang.}\,\pi.$$

Eliminirt man aus dieser und aus der obigen Gleichun[...] Sin. y = a Sin. π die Gröfse π, so erhält man

$$\text{Tang.}\,y = \frac{a}{\sqrt{1+a}}$$

und diese Gleichung giebt die Elongation y für den Stillsta[...] des Planeten in geocentrischer Länge, wenn man die Excen[...]tricität und die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik vernach[...]lässigt. Setzt man in der letzten Gleichung für a seine[...] gröfsten und kleinsten elliptischen Werth, so erhält ma[...] y = 29° 30′ und y = 27° 40′ für die Elongation der Venu[...] im Augenblick des Stillstandes oder für die Elongation die[...]ses Planeten am Anfange und am Ende seiner retrograden Be[...]wegung. Der Bogen, den der Planet zwischen diesen beide[...] Zeitpuncten beschreibt, ist 16° 31′ oder 15° 20′, und d[...]

Dauer dieser rückgängigen Bewegung beträgt 43 und 41 Tage. Endlich ist die gröfste Elongation y', welche die Venus von der Sonne annehmen kann, für den einen Fall 47° 18' und für den andern 45° 24', wie man aus der Gleichung Sin. $y' = a$ oder Tang. $y' = \frac{a}{\sqrt{1-a^2}}$ findet[1].

III. Elemente dieses Planeten und seiner Bahn.

Nach den neuesten Bestimmungen ist die halbe grofse Axe der Venusbahn 0,7233317 Halbmesser der Erdbahn. Nimmt man den letztern nach Encke's neuesten Bestimmungen zu 20665840 geogr. Meilen an, deren 15 auf einen Grad des Aequators gehn, so erhält man für die halbe grofse Axe der Venusbahn 16348000 Meilen. Die Excentricität dieser Bahn beträgt 0,006862 der Halbaxe der Bahn oder 103000 geogr. Meilen. Demnach ist die gröfste *Entfernung* der Venus von der Sonne 16451000, die mittlere 16348000 und die kleinste 16245000 Meilen. Viel mehr verschieden aber sind die Entfernungen dieses Planeten von der Erde. Um dieselben der Kürze wegen nur in Millionen von Meilen anzugeben, ist diese Entfernung der Venus von der Erde

	in der obern Conjunction	in der untern Conjunction
gröfste . . .	35 Mill.	6 Mill.
mittlere . . .	34½	5½
kleinste . . .	34	5

so dafs also ihre Entfernung von der Erde von 5 bis auf 35 Millionen Meilen steigen kann. Die *Umlaufszeiten* dieses Planeten um die Sonne sind:

	Tage		
die siderische	224, 70078	oder	224 Tage 16h 49' 7"
die tropische	224, 69543	...	224 ... 16 41 25
die synodische	583, 92	...	1 Jahr 218 Tage 16h.

Daraus folgt die mittlere tropische Bewegung der Venus in

---

1 Umständlicher findet man diesen Gegenstand erörtert in Littrow's theor. und pract. Astron. Bd. II. S. 103.

einem Tage 1° 36′ 7″,8. Die *Epoche* oder die mittlere Lä derselben für den 1. Januar 1800 im mittlern Mittag von ris ist 146° 44′ 55″,8, und die *Länge des Periheliums* i Bahn für dieselbe Zeit 123° 43′ 6″,0 mit der säculären pischen Aenderung von + 4698″; die *Länge* des aufsteig den Knotens 74° 51′ 41″ mit der säculären tropischen A derung von + 2972″; endlich die *Neigung* der Bahn gen die Ekliptik 3° 23′ 28″,5 mit der säculären Zunah von 7″,2. Das Zeichen + bei dem Perihel und Knoten deutet den Zuwachs oder den Gang derselben *gegen* Ost In Beziehung auf den Aequator der Erde ist die *Rectasc sion* des aufsteigenden Knotens der Venusbahn 7° 58′ und die *Neigung* derselben 24° 33′ 21″; in Beziehung den Sonnenäquator aber ist die Rectascension des aufsteige den Knotens 242° 45′ und die Neigung 4° 9′. Der *wa Durchmesser* der Venus ist 0,985, die *Oberfläche* 0,970 u das *Volumen* derselben endlich 0,96 von dem der Erde o der Durchmesser der Venus beträgt 1694 geogr. Meilen, d Oberfläche 9003000 Quadratmeilen und das Volumen 25527070 Kubikmeilen. Der *scheinbare Durchmesser* dieses Planet aber oder der Winkel, unter welchem er von der Erde gese wird, beträgt

in der gröſsten Distanz	. . . . .	9″,4
mittlern	. . . .	17″,0
kleinsten	. . . .	62″,0

Die *Masse* der Venus beträgt nur $\frac{1}{401830}$ der Sonnenmasse od $\frac{88}{100}$ der Erdmasse. Die Dichtigkeit dieser Masse ist $\frac{92}{100}$ der Dich der Erde oder die Dichte der Venusmasse ist 4,5 der Dichte d reinen Wassers. Auf der Oberfläche der Venus fallen die Körp in der ersten Secunde durch den Raum von 13,739 Par. Fuſ während dieser Fall auf der Oberfläche der Erde am Aequa tor derselben bekanntlich 15,098 Par. Fuſs beträgt. Die mitt lere Geschwindigkeit, mit welcher sich dieser Planet in sei ner Bahn bewegt, beträgt 4,9 Meilen oder 111800 Par. Fuſ in einer Secunde, während die der Erde 4,1 Meilen ode 93544 Fuſs ist. Daraus folgt, daſs Venus in ihrer mittlern Be wegung um die Sonne während jeder Secunde um 2,4 Par. Linien gegen die Sonne fällt, während dieser Fall be der Erde 1,27 und beim Uranus nur 0,003 Par. Linien be-

trägt. Die *Rotation* des Planeten um seine Axe wird zu 0,973 Tagen oder zu 23 Stunden 21 Min. angenommen. Endlich ist das mittlere Verhältniſs des Lichts und der Wärme auf der Oberfläche der Venus zu dem auf der Erde 1,9 zu 1 oder nahe das Doppelte von dem der Erde.

Diese Rotation der Venus erkennt man, wie bei allen andern Planeten, aus den Flecken, welche Venus auf ihrer Oberfläche zeigt. Allein diese Flecken sind bei der Venus nur schwer mit einiger Deutlichkeit zu erkennen, was vielleicht von ihrer Beschaffenheit kommt, die sehr wenig von der der übrigen Oberfläche verschieden seyn mag, was aber noch einen andern Grund in dem blendenden Lichte dieses Planeten, so wie auch darin hat, daſs er immer nur kurze Zeit vor dem Aufgange und nach dem Untergange der Sonne und zwar auch da nur in der Nähe des Horizonts beobachtet werden kann. D. Cassini, der im J. 1666 diese Flecken zuerst wahrnahm, folgerte daraus die Umdrehung der Venus zu 24 Stunden, wie die unserer Erde, Bianchini[1] dagegen, der diese Flecken durch sehr lange Fernröhre beobachtet hatte, fand ein ganz anderes Resultat. Nach ihm soll diese Rotationszeit nicht 24 Stunden, sondern 24 Tage betragen. Die k. Akademie der Wissenschaften zu Petersburg hatte auf die genaue Bestimmung dieser Zeit zweimal einen Preis ausgesetzt, aber keine Abhandlung darüber erhalten. Schröter[2], der diesen Gegenstand lange und eifrig verfolgte, fand aus seinen Beobachtungen der Venusflecken diese Rotationszeit $= 23^h\ 28'$ und aus den Beobachtungen der hohen Berge dieses Planeten dieselbe $23^h\ 21'$.

IV. Phasen der Venus.

Es ist bereits oben gesagt worden, daſs dieser Planet uns ähnliche Lichtwechsel zeigt, wie der Mond. Galilei hat zuerst diese Phasen im J. 1610 gleich nach der Erfindung des Fernrohrs gesehen und sie in seinem *Nuntius sidereus* bekannt gemacht. Er und Kepler gebrauchten diese Erscheinungen als einen Hauptbeweis, daſs die Venus, dem Coper-

1 Hesperi et Phosphori nova phaenomena. Romae 1728. Cap. V.
2 Aphroditographische Fragmente. Helmst. 1796. S. 17. 42.

nicanischen Systeme gemäſs, um die Sonne, nicht aber um
Erde gehe. Um die Gestalt dieser Phasen für jeden Punct
Fig. 248. Venus in ihrer Bahn zu bestimmen, sey T der Mittelpu
der Erde, S der der Sonne und V der der Venus. Man ziehe
auf SV und cd auf TV, so wie ag auf cd senkrecht.
kreisförmige Grenze des uns sichtbaren Theils der Oberflä
der Venus erscheint uns, wegen ihrer schiefen Lage ge
unsere Gesichtslinie, als eine Ellipse, deren halbe groſse
kleine Axe a und b seyn sollen. Dieses vorausgesetzt w
also Va = Vc = a und Vg = b seyn, so daſs man hat

$$\frac{b}{a} = \text{Cos. } cVa = \text{Sin. } SVc.$$

Es ist aber

$$SVc = SVT - 90^\circ,$$

also ist auch

$$\frac{b}{a} = - \text{Cos. } SVT \quad . \quad . \quad . \quad (\text{I})$$

oder die Gröſse $\frac{b}{a}$ ist gleich dem Cosinus der jährlichen Par
laxe SVT des Planeten. Für den Mond, dessen Entfernu
von der Erde viel kleiner ist, als die Distanz der Sonne v
der Erde, kann man ohne merklichen Fehler die beiden L
nien SV und ST einander parallel annehmen. Dadurch wi
SVT = 180° — T, also auch die vorige Gleichung

$$\frac{b}{a} = \text{Cos. } T \quad . \quad . \quad . \quad (\text{II}),$$

wo T der Winkel der Elongation an der Erde ist. Dara
folgt auch

$$\frac{a-b}{a} = 1 - \text{Cos. } T = 2 \text{Sin.}^2 \tfrac{1}{2} T.$$

V. Gröſstes Licht der Venus.

Dieser Planet zeigt uns in der obern Conjunction sei
ganze erleuchtete Hälfte und hier sollten wir ihn also au
am hellsten sehn. Allein in der obern Conjunction ist er au
zugleich am weitesten von uns entfernt und daher am klei
sten, so wie sein Licht hier von dem der zu nahen Sonn
beträchtlich absorbirt wird. Durch diese beiden Ursachen wi
das Licht desselben wieder sehr geschwächt.

Um die Elongation der Venus zu finden, für welche ihr Licht, von der Erde gesehn, am hellsten erscheint, sey F die Oberfläche des Planeten und f die uns zugekehrte Fläche ihres beleuchteten Theils, so wie V und T die Winkel an der Venus und der Erde in dem Dreiecke zwischen diesen zwei Körpern und der Sonne, so hat man nach dem Vorhergehenden

$$\frac{f}{F} = \frac{1 + \text{Cos. } V}{2} \text{ und überdiefs } F = \frac{1}{\varrho^2},$$

wo ϱ die Distanz der Venus von der Erde bezeichnet, also auch

$$f \cdot \varrho^2 = \text{Cos.}^2 \tfrac{1}{2} V.$$

Differentiirt man diesen Ausdruck und setzt $\partial f = 0$, so erhält man

$$\frac{\partial \varrho}{\varrho \partial V} = -\tfrac{1}{2} \text{Tang. } \tfrac{1}{2} V.$$

Ist aber R und r die Distanz der Erde und der Venus von der Sonne, so hat man

$$R^2 = r^2 + \varrho^2 - 2 r \varrho \text{ Cos. } V,$$

also auch, da R und r constant oder die Bahnen der Erde und des Planeten kreisförmig angenommen werden,

$$\frac{\partial \varrho}{\varrho \partial V} = \frac{r \text{ Sin. } V}{r \text{ Cos. } V - \varrho} = - \text{Tang. } T.$$

Setzt man beide Werthe von $\frac{\partial \varrho}{\varrho \partial V}$ einander gleich, so erhält man

$$2 \text{ Tang. } T = \text{Tang. } \tfrac{1}{2} V.$$

Es ist aber auch allgemein

$$\text{Sin. } T = \frac{r}{R} \text{ Sin. } V.$$

Eliminirt man aus diesen beiden Gleichungen die Gröfse V, so erhält man

$$\text{Cos. } T = \frac{2r}{3R} \left[\sqrt{1 + \frac{3R^2}{r^2}} - 1 \right] \quad \ldots \quad \text{(III)}$$

und diese Gleichung giebt die Elongation T oder den Winkel an der Erde für die Zeit des gröfsten Lichts der Venus. Will man noch die Entfernung ϱ der Erde von dem Planeten für dieselbe Zeit haben, so ist

$$r^2 = R^2 + \varrho^2 - 2 R \varrho \operatorname{Cos.} T,$$

woraus folgt

$$\varrho = R \operatorname{Cos.} T + \sqrt{r^2 - R^2 \operatorname{Sin.}^2 T}$$

oder, wenn man hierin den Werth von T aus (III) s
stituirt,

$$\varrho = -2r + \sqrt{3 R^2 + r^2} \quad . \; . \; . \quad \text{(IV)}$$

Setzt man Venus und Erde in ihren mittleren Distanzen der Sonne, also $R = 1$ und $r = 0{,}7233$, so findet man den Gleichungen (III) und (IV)

$$T = 39^\circ\, 43' \text{ und } \varrho = 0{,}43.$$

Das gröfste Licht der Venus hat also bei der Elongation 39° 43′ zu beiden Seiten der untern Conjunction s Der scheinbare Durchmesser dieses Planeten, der in der tern Conjunction 62″ beträgt, ist hier nur 40″, und der leuchtete Theil desselben beträgt sogar nur 10″, aber d zehn Secunden reichen doch schon hin, den Planeten in sem Puncte seiner Bahn für die Erde in dem glänzend Lichte erscheinen zu lassen.

VI. Oberfläche der Venus.

Da die Lichtgrenze dieses Planeten nie rein abgeschnit sondern immer sehr ausgezackt erscheint, so werden auch seiner Oberfläche viele Berge und Thäler anzutreffen seyn. sonders deutlich erkennt man ihre Wirkung an den bei Enden der sichelförmigen Phasen, die bald sehr zugespi bald sehr abgerundet erscheinen; auch bemerkt man oft n in beträchtlicher Entfernung von der Lichtgrenze, in Nachtseite der Venus, isolirte hellleuchtende Puncte, die fenbar von hohen Bergen kommen, deren Gipfel von Sonne vergoldet werden, wenn ihr Fufs noch in dem Sch ten der Nacht ruht. Sehr merkwürdig ist die ungemeine H dieser Berge auf der Venus. Schröter hat in seinen aph Fragmenten Tab. VIII. eine Charte mitgetheilt, worauf vorzüglichsten Berghöhen der Erde, des Mondes und der nus zur Uebersicht zusammengestellt werden. Auf der E hat z. B.

der Pic von Teneriffa nach SCHRÖTER	1904	Toisen
der Montblanc	2390	
der Chimboraço	3350	
der Dhawalagiri	4025	

Auf unserm Monde soll die Höhe des Huyghens 3600 und die des Leibnitz 4200 T. betragen; auf der Venus aber fand er folgende Berghöhen:

am 21. Febr. 1790	(§. 16.) . . .	Höhe	6500	Toisen
- 20. Dec. 1794	(§. 158.)		9000	
- 12. März 1790	(§. 14.)		9500	
- 31. Jan. 1790	(§. 14.)		16000	
- 15. Dec. 1791	(§. 37.)		22300	

so dafs also der letzte dieser Berge mehr als viermal höher ist, als der höchste Berg der Erde. Auch auf diesem Planeten, wie auf der Erde, sind die meisten und höchsten Berge auf der südlichen Hemisphäre, wo sie, gleich unsern Cordilleren, oft Ketten von 200 Meilen Länge bilden. Es ist auffallend, dafs bei allen Planeten, die wir in dieser Beziehung näher untersuchen können, die südliche Hemisphäre immer auch die gebirgigere und die kältere ist, so dafs Süd und Nord in unserm Weltsysteme nicht blofs eine rein mathematische Unterscheidung begründen, sondern auch in ihren physischen Eigenschaften wesentlich von einander verschieden zu seyn scheinen, etwa wie bei dem Magnetismus der Erde, was auch FRANKLIN schon behauptet hat.

Die Beobachtungen SCHRÖTER's lassen die Existenz einer beträchtlichen *Atmosphäre* dieses Planeten nicht weiter bezweifeln. Er schliefst ihr Daseyn vorzüglich aus der starken Dämmerung, die er auf diesem Planeten beobachtet hat, und aus dem nur allmäligen Uebergange der beleuchteten Seite in die dunkle. Die Höhe der Atmosphäre, die er daraus ableitet, bis zu der Grenze, wo sie das Licht noch merklich zurückwirft, schätzt SCHRÖTER auf 39000 Fufs, während sie bei der Erde nur 28000 Fufs betragen soll.

Der *Aequator* der Venus soll nach einigen, aber nicht eben sehr verläfslichen Beobachtungen volle 72 Grade gegen die Ebene der Bahn geneigt seyn, so dafs daher auf diesem Planeten die Schiefe der Ekliptik mehr als dreimal gröfser seyn würde, als auf der Erde. Wegen dieser Einrichtung erstreckt

sich auf der Venus die heiſse Zone, in welcher die So
wenigstens einmal des Jahres im Zenith des Beobachters st
vom Aequator zu beiden Seiten bis auf 72 Grade. Da a
auch einem groſsen Theile dieser Zone die Sonne im Wi
durch mehrere Monate gar nicht aufgeht, so wird man di
Theile der heiſsen Zone auch zugleich zur kalten zählen m
sen, wenn man die gewöhnliche Definition der Ausdrü
heiſse und *kalte Zone* beibehalten will, so daſs sich also
der Venus die beiden extremen Zonen beinahe ganz verr
schen und für die *gemäſsigte* nur ein schmaler Streifen üb
bleibt. Selbst in der Mitte der beiden kalten Zonen oder
den zwei Polen selbst wird sich die Sonne im Sommer no
bis zu einer Höhe von 72 Graden erheben, und die Bewo
ner des Aequators, in der Mitte der heiſsen Zone, werd
die Sonne im Winter nur in der geringen Höhe von 18 Gr
den über ihrem Horizonte erblicken. Dadurch werden de
nach in den Erscheinungen des Klima's und der Jahreszeit
Veränderungen auf der Venus hervorgebracht, die den B
wohnern der Erde ganz unbekannt sind.

VII. Mond der Venus.

In frühern Zeiten hat man viel von einem Monde gespr
chen, der die Venus auf ihrem Wege um die Sonne begle
ten soll. Die dahin gehörigen Beobachtungen sind von Do
minik Cassini im J. 1686 und auch schon früher im J. 167
von Short in England 1740 und von Montaigne 176
Aeltere des Franz Fontana vom Jahre 1646 werden, w
Kästner zeigte, sehr unrichtig als Wahrnehmungen ein
Venustrabanten angeführt, da sie sich bloſs auf Abbildung
der durch ein schlechtes Fernrohr betrachteten Venus grün
den. Wargentin beobachtete die Venus zu derselben Ze
mit Montaigne, ohne den Mond zu sehn, und schon
wundert sich, daſs man ihn in neunzig Jahren nur dreim
und immer nur gleichsam in der Eile gesehn habe. Da ma
ihn seitdem nicht wieder, auch nicht einmal bei den beide
Durchgängen der Venus vor der Sonne in den Jahren 176
und 1769, gesehn hat, und da überhaupt alle weitere Bemü
hungen der Astronomen, ihn aufzufinden, vergebens gewese
sind, so ist jetzt der allgemeine Glaube, daſs jene Erschei

nungen auf optischen Täuschungen beruhn. HELL's Meinung[1], dafs sich bei Betrachtung dieses so hell glänzenden Planeten sein Bild auf der Pupille entwerfe, welches sich wieder in dem Augenglase des Fernrohrs spiegele und dadurch Veranlassung zu jener Wahrnehmung gegeben habe, ist längst als unwahrscheinlich verworfen worden. Eine solche Spiegelung könnte leichter unmittelbar von den polirten Glaslinsen des Fernrohrs kommen, besonders wenn diese, wie es früher wohl öfter der Fall war, nicht ganz senkrecht auf der optischen Axe des Fernrohrs stehn. Als WARGENTIN in Stockholm einmal bei einem andern Planeten eine ähnliche Täuschung sah, drehte er das Fernrohr um seine Axe und sah dabei auch den vermeinten Mond sich um den Planeten drehn. Indefs war LAMBERT[2] in Berlin von der Wahrheit jener Beobachtungen so überzeugt, dafs er aus den Angaben jener Astronomen die Elemente und die Tafeln des Venusmondes abzuleiten suchte. Er fand aus diesen Beobachtungen, dafs der Satellit seiner grofsen Breite wegen bei den Durchgängen der Venus von 1761 und 1769 auf der Sonnenscheibe nicht sichtbar seyn konnte, dafs er aber bei der damals nahe bevorstehenden Conjunction am 1sten Junius 1777 sich auf der Sonne projiciren müsse. Allein die Astronomen haben ihn auch zu dieser Zeit vergebens gesucht. König FRIEDRICH II. wollte diesen Mond, zu Ehren seines gelehrten Freundes dieses Namens, D'ALEMBERT genannt wissen. Allein dieser zog sich von dieser königlichen Gunstbezeugung mit den Worten zurück: „*Je ne suis ni assez grand pour devenir au ciel le satellite de Venus, ni assez jeune, pour l'être sur la terre, et je me trouve trop bien du peu de place, que je tiens de ce bas monde, pour en ambitionner une au firmament.*"

VIII. Durchgänge der Venus vor der Sonne.

Wenn die untere Conjunction der Venus in der Nähe der Knoten ihrer Bahn statt hat, so sieht man diesen Planeten als einen runden schwarzen Fleck auf dem hellen Hintergrunde der Sonnenscheibe von Ost gen West vorüberziehn. Diese Er-

1 Ephem. Vienn. 1766. Append.
2 Mém. de Berlin. 1773. Berliner Ephemeriden 1777.

scheinung wird ein *Durchgang* der Venus genannt, und Beobachtung desselben gehört zu den wichtigsten in der Ast nomie, weil sie das beste, wohl das einzige Mittel giebt, Distanz der Sonne von der Erde mit Genauigkeit kennen lernen. Die Alten kannten schon eine Methode, diese D stanz durch Beobachtungen zu bestimmen, und sie macht i rem Scharfsinn Ehre, da sie vollkommen theoretisch richt aber leider praktisch unausführbar ist. Diese Methode w dem Aristarch von Samos zugeschrieben. Dieser bemerk nämlich, dafs zur Zeit der beiden Viertel des Mondes, in de Augenblicke, wo die Lichtgrenze desselben eine gerade Li ist, der Winkel am Monde in dem Dreiecke zwischen ih der Erde und der Sonne ein rechter Winkel seyn müs Ist also r die Entfernung des Monds und R die der Son von der Erde, und nennt man $\varDelta$ den Winkel, unter welch in jenem Augenblicke dem Beobachter auf der Erde der Mo von der Sonne absteht, so hat man in jenem rechtwinklig Dreiecke

$$r = R \,\text{Cos.}\, \varDelta\,.$$

Ist aber p und P die Horizontalparallaxe des Monds und d Sonne, so hat man[1]

$$\text{Sin.}\, p = \frac{1}{r} \text{ und } \text{Sin.}\, P = \frac{1}{R}\,,$$

wenn der Halbmesser der Erde gleich der Einheit gesetzt wir Dadurch geht die vorhergehende Gleichung in die folgen über

$$\text{Sin.}\, P = \text{Sin.}\, p \,\text{Cos.}\, \varDelta\,,$$

und man sieht daraus, dafs man die Horizontalparallaxe P d Sonne finden kann, wenn man die Horizontalparallaxe p d Mondes und den Winkel $\varDelta$ aus den Beobachtungen kenn oder eigentlich, dafs man aus dem bloſsen beobachteten Wi kel $\varDelta$ auch sofort das Verhältniſs $\frac{R}{r}$ der Distanzen der Son und des Mondes von der Erde erhält, und dieses Verhältni ist es, was man eigentlich sucht. Differentiirt man aber d letzte Gleichung in Beziehung auf alle in ihr enthaltenen Gr ſsen, so findet man

$$\partial P = \partial p \frac{\text{Tang.}\, P}{\text{Tang.}\, p} - \partial \varDelta \,\text{Tang.}\, P \,\text{Tang.}\, \varDelta\,.$$

---

1 S. Art. *Parallaxe.* Bd. VII. S. 287.

Nun ist aber P, wie jetzt bekannt, $= 8'',5$ und $p = 0^\circ\ 57'\ 34''$. In dem erwähnten rechtwinkligen Dreiecke ist überdiefs der Winkel an der Sonne nahe $0^\circ\ 8'$, also auch der Winkel an der Erde oder $\Delta = 89^\circ\ 52'$, so dafs man daher hat

$$\partial P = 0{,}002\,\partial p - 0{,}018\,\partial \Delta.$$

Nun ist für unsere Zeiten die Mondparallaxe p wohl bis auf eine Secunde bekannt und sonach bleibt blofs der Fehler, den man bei der Beobachtung des Winkels Δ begehn kann, noch übrig. Unsere neueren Instrumente würden nun wohl diesen Winkel auch mit sehr grofser Genauigkeit geben, allein die Wahl des Augenblicks, in welchem er gemessen werden soll, ist noch grofsen Fehlern blofsgestellt. Wegen der Ungleichheiten der Oberfläche dieses Satelliten ist es nämlich sehr schwer, den Augenblick mit Schärfe zu bestimmen, in welchem die Lichtgrenze eine gerade Linie ist. Da der Mond in seiner mittleren Bewegung in jeder Zeitminute sich durch 33 Raumsecunden bewegt, so würden wir, wenn wir die Wahl jenes Augenblicks um 10 Zeitminuten irrig nehmen, $\partial \Delta = 330''$ und daher

$$\partial P = -0{,}018\,\partial \Delta = 5'',9,$$

also die Sonnenparallaxe schon über die Hälfte zu grofs oder zu klein finden. Aristarch aber mufs mit seinen noch sehr unvollkommnen Instrumenten viel gröfsere Fehler gemacht haben, da er das Verhältnifs der Distanz der Sonne und des Monds von der Erde

$$\frac{R}{r} = 18$$

fand, da er doch, wie wir jetzt wissen, dasselbe gleich 400, also volle 22 Mal gröfser hätte finden sollen, als er es nach seinen Beobachtungen bestimmte.

Dennoch blieb diese Methode bis zu Newton's Zeiten die einzige, durch welche man die Distanz der Sonne von der Erde bestimmen konnte, bis endlich im Jahre 1677 Halley zuerst die Entdeckung machte, dafs die Vorübergänge der Venus zu diesem Zwecke ungleich geeigneter sind, wie wir im Folgenden sehn werden.

Venus geht zwar alle neunzehn Monate einmal zwischen der Erde und der Sonne hindurch, aber wegen der Neigung ihrer Bahn von $3^\circ\ 23'$ und wegen ihrer zu dieser Zeit immer

sehr grofsen Annäherung zur Erde geht sie dann meist über oder unter der Sonne weg und erscheint daher n vor der Sonnenscheibe. Das Letztere ist nur dann mögli wenn ihre Entfernung vom Knoten nicht gröfser als 1° ist. Beim Mercur (der ebenfalls solche Durchgänge zeigt) diese Grenze gleich $3\frac{1}{2}$ Grad, weshalb für diesen Planeten Durchgänge vor der Sonne viel häufiger sind, als für die V nus; allein sie sind auch zugleich viel weniger geschickt Bestimmung der Sonnendistanz. Die Jahre der nächstverga genen und künftigen Zeiten, in welchen ein solcher Durc gang der Venus statt fand oder finden wird, sind folgende:

1631	im December	1874	im December
1639	- December	1882	- December
1761	- Juni	2004	- Juni
1769	- Juni	2012	- Juni

Man sieht, dafs hier zwei oder eigentlich drei Perioden b obachtet werden, in welchen die Intervalle 8 und 105 un 122 Jahre sind. Kepler war der erste, der aus seinen e genen Tafeln der Sonne und der Venus die beiden Durch gänge von 1631 und 1639 verkündigte, aber ohne ihre grofs Wichtigkeit zur Bestimmung der Sonnenparallaxe zu kennen Der erste Durchgang, von 1631, wurde nicht gesehn, so seh sich auch Gassendi darum bemühte, der durch ein Verseh seines Gehülfen um die Frucht seiner Beobachtung gebrac wurde. Der zweite Durchgang, von 1639, wurde allein vo Horrox in England beobachtet, einem jungen Manne, von des sen vorzüglichen Talenten selbst Newton mit hoher Achtun sprach, der aber den Wissenschaften durch einen viel zu frühe Tod in der Blüthe seiner Jahre entrissen worden ist. Dieses i überhaupt der erste Durchgang, welcher beobachtet worden is da Erscheinungen dieser Art vor der Verbesserung unserer Ta feln nicht wohl vorausgesagt und vor der Entdeckung d Fernröhre auch nicht gut beobachtet werden konnten.

Achtunddreifsig Jahre später beobachtete der englisch Astronom Edmund Halley, der Zeitgenosse und Freun Newton's, den Durchgang des Mercur im J. 1677 auf d Insel St. Helena im atlantischen Meere, einem Orte, der in un sern Tagen durch ein Ereignifs ganz anderer Art berühmt ge worden ist. Bei dieser Gelegenheit war es, dafs Halley di Wichtigkeit der Venusdurchgänge erkannte und auch bal

darauf in einer eigenen Abhandlung der Akademie der Wissenschaften zu London mittheilte. Er sagt darin, daſs man auf diesem Wege, wenn man nur die rechten Orte für die Beobachtung und die rechte Methode für die Berechnung dieser Beobachtungen anwendet, die Sonnenparallaxe bis auf ihren fünfhundertsten Theil genau bestimmen kann, während die Astronomen, welche diese Parallaxe bis dahin unmittelbar mit ihren Instrumenten messen wollten, dieselbe bald viel zu groſs, bald gleich Null, und zuweilen sogar negativ fanden. „Ich bemerkte," fährt er fort, „bei meiner Beobachtung Mercurs vor der Sonne in St. Helena sehr bald, daſs sich die Ein- und Austritte des rabenschwarzen Planeten auf der hellen Sonnenscheibe mit der äuſsersten Genauigkeit beobachten lassen, und dabei fiel mir sogleich ein, daſs man durch diese Beobachtungen auch die Sonnenparallaxe sehr genau finden müſste, wenn nur Mercur etwas näher zur Erde gerückt werden könnte. Allein bei der Venus ist dieses in der That der Fall, und da sie uns in ihrer untern Conjunction so ungemein nahe kommt, so wird sie schon sehr merklich auf die Zeiten einwirken, zu welchen ihre Ein- und Austritte an verschiedenen Orten der Oberfläche der Erde gesehn werden, daher man denn auch wieder umgekehrt aus den groſsen Differenzen jener Zeiten die Differenz der Entfernungen oder, was dasselbe ist, die Differenz der Parallaxen der Sonne und des Mondes mit groſser Sicherheit wird bestimmen können." Nachdem so Halley im Verfolge seiner Abhandlung den erstfolgenden Durchgang der Venus von 1761 vorausgesagt und die Orte, wo er am besten beobachtet werden würde, bestimmt, zugleich aber gezeigt hatte, wie man aus diesen Beobachtungen die Sonnenparallaxe ableiten könne, beschlieſst er seine Abhandlung mit den Worten: „Möge dieses höchstwichtige Phänomen des Jahrs 1761, das ich nicht so glücklich seyn kann zu erleben, von meinen Nachfolgern recht fleiſsig beobachtet werden, möge ihnen der Himmel die günstigste Witterung dazu gönnen, und mögen sie dann auch, wenn sie ihren Zweck glücklich erreicht und die Entfernung der Sonne von uns auf das beste bestimmt haben, nicht vergessen, daſs es ein Engländer gewesen ist, der diese glückliche Idee zuerst gehabt und vorgeschlagen hat." Diese Aufforderung verfehlte ihren Zweck nicht. Um den Durchgang von 1761 und den

noch vortheilhaftern von 1769 auf das vollständigste zu nem Zwecke zu benutzen, sah man die aufgeklärtesten I genten Europa's wetteifern, mit grofsen Kosten ihre Astro men in die entferntesten Theile der Welt zu schicken. I meisten derselben haben ihre Beobachtungen glücklich voll det, ihre vollständige Berechnung aber wurde erst vor eini Jahren von Encke ausgeführt, der als Endresultat die Sonn parallaxe am Horizont und am Aequator der Erde, zur Zeit mittleren Entfernung derselben von der Erde, gleich 8,57 Secunden gefunden hat, woraus die mittlere Entfernung Sonne selbst zu 20666800 geogr. Meilen folgt, deren 15 einen Grad des Aequators gehn.

IX. Angemessenheit dieser Durchgänge z Bestimmung der Sonnenparallaxe.

Um sich einen deutlichen Begriff von dem Verfahren machen, durch welches man aus jenen Durchgängen die So nenparallaxe mit so grofser Genauigkeit bestimmt hat, seyen T und TV zwei Linien, welche den Mittelpunct der Erde mit dem der Sonne S und dem der Venus V verbinden. Nen man M den scheinbaren Halbmesser der Sonne und P ih Horizontalparallaxe, und sind m und p dieselben Gröfsen für d Venus, so sieht man, wie schon der erste Anblick der Zeic nung zeigt, im Mittelpuncte der Erde den Anfang des Durc gangs oder den Eintritt der Venus in den östlichen Sonne rand, wenn die geocentrische Entfernung der Mittelpuncte und V gleich der Summe der Halbmesser oder wenn d Winkel STV = M + m ist. Rückt aber das Auge des B obachters von dem Mittelpuncte T östlich nach B auf die Obe fläche der Erde, so wird dadurch die Venus sowohl als au die Sonne auf die andere Seite oder gen West gerückt e scheinen, und zwar, wenn beide Gestirne für den Beobacht B im Horizonte erscheinen, Venus um den Winkel p un die Sonne um P. Da aber die Parallaxe der Venus viel grö fser ist, als die der Sonne, so wird Venus in Beziehung a die als ruhend angenommene Sonne um die Gröfse p — nach West rücken, also in die Sonne einzutreten scheinen, s dafs an dem Orte B der Erde, der am meisten gen Ost lieg Venus schon um p — P in der Sonne zu stehn scheint, wen

Fig. 249.

im Mittelpuncte T der Erde erst der Eintritt beobachtet wird. Der Ort B wird also auch den Eintritt sehn, wenn die geocentrische Entfernung beider Ränder noch p — P, also die geocentrische Entfernung der Mittelpuncte A = (M + m) + (p — P) ist, und dieser Ort B sieht offenbar den Eintritt von allen Orten der Erde *zuerst*, und da er im östlichen Horizonte der der Sonne zugekehrten Hälfte der Erde liegt, so sieht er diesen Eintritt bei seinem Sonnenuntergange, weil sich die Erde von West nach Ost oder von B gegen A dreht. Wäre im Gegentheil das Auge von T nach der entgegengesetzten eite A oder nach West gerückt, so würde sich ihm die Venus um p — P gen Ost verrücken, und so wird an dem nach West am meisten entfernten Orte A der Eintritt unter allen Orten *zuletzt* bei Sonnenaufgang erfolgen, und zwar dann erfolgen, wenn Venus für den Mittelpunct der Erde schon um p — P in der Sonne stehend gesehn wird, d. h. wenn die geocentrische Entfernung der Mittelpuncte B = (M + m) — (p — P) ist. Der Unterschied zwischen diesen beiden Gröfsen A und B ist aber = 2 (p — P) oder der doppelte Unterschied der Parallaxe. Der westliche Ort A wird also den Eintritt so viel später sehn, als der östliche B, als Venus Zeit gebraucht, sich der Sonne um die Gröfse 2 (p — P) zu nähern. Da sich aber die Venus, zur Zeit der untern Conjunction, um 234″ in einer Stunde nähert und p = 31″, P = 8″ ist, so wird sich Venus der Sonne um 2 (p — P) = 46″ in der Zeit von 12 Minuten nähern, und um ebendiese Zeit wird also auch der Ort B den Eintritt früher sehn, als A. So wie sich aber aus dem gegebenen Werthe von p — P jene Zeit (um welche ein Ort der Erde den Eintritt früher sieht, als ein anderer) berechnen läfst, ebenso wird sich auch umgekehrt, wenn dieser Zeitunterschied der Beobachtungen gegeben ist, daraus der ihm entsprechende Werth von p — P berechnen lassen, und man sieht, dafs diese Rechnung der Art ist, dafs sie das gesuchte Resultat p — P noch immer sehr richtig und genau geben wird, selbst wenn die Beobachtung (oder wenn jener Zeitunterschied) noch beträchtlich fehlerhaft seyn sollte. Darin aber besteht eben der grofse Vortheil dieser Methode. Denn da hier die sehr kleine Gröfse p — P = 23″ durch die Differenz von vollen 12 Zeitminuten bestimmt werden soll, so wird jeder Fehler in der Beobachtung von einer ganzen Zeitsecunde

den gesuchten Werth von p — P erst um 0,03 einer Raum cunde fehlerhaft machen, und man würde also z. B. ei Fehler in jener Zeitdifferenz von vollen 17 Zeitsecunden gehn müssen, um die gesuchte Gröfse p — P nur um halbe Raumsecunde, d. h. um ihren 46sten Theil fehlerhaf machen. Allein so grofse Fehler sind bei einer Beobacht ganz unmöglich, wo der schwarze Kreis des Planeten auf hellen Sonnenscheibe, wie schon oben HALLEY gesagt hat, scharf gesehn und so genau beobachtet werden kann.

Nicht so vortheilhaft verhält sich dieses beim Mercur. diesen Planeten ist nämlich $p = 17''$ und $P = 8''$, 2 $(p - P) = 18''$, und Mercur nähert sich in seiner unt Conjunction um 550″ in einer Stunde, so dafs er sich der Sonne um $2(p - P) = 18''$ schon in der Zeit vor Zeitminuten nähern wird und daher ein Fehler in der B obachtung von einer Zeitsecunde den gesuchten Werth v $p - P$ schon um 0,07 einer Raumsecunde, also nahe dopp so grofs fehlerhaft machen mufs, als oben bei der Venus.

Durch dieses Verfahren erhält man also bei der Ven den Werth von $p - P = a$ mit aller nur wünschenswerth Schärfe. Allein nach dem dritten Kepler'schen Gesetze das Verhältnifs der mittlern Entfernungen der Planeten v der Sonne oder, was dasselbe ist, das Verhältnifs $\frac{p}{P} = b$ d Parallaxen schon bekannt und zwar, wie aus andern Grü den erhellt, ebenfalls sehr genau bekannt. Hat man aber d beiden Gleichungen

$$p - P = a \text{ und } \frac{p}{P} = b,$$

so findet man auch daraus die beiden gesuchten Parallaxen und P selbst durch die Ausdrücke

$$p = \frac{ab}{b-1} \text{ und } P = \frac{a}{b-1}.$$

Um diesen wichtigen Gegenstand noch von einer andern Sei deutlich zu machen, so fand man z. B. für den Durchgan von 1769 durch *Rechnung* bei einer genähert angenommene Sonnenparallaxe $P = 10''$ die Dauer des ganzen Durchgang für den Mittelpunct der Erde $T = 6^h\,20'\,38''$; für Wardhu in Lappland (Polhöhe 70° 22′ 30″) fand man dieselbe berech

ute Dauer $t = 6^h\ 30'\ 54''$, also auch beider Differenz $t - T = 616''$. Dieser Ort ist aber absichtlich gewählt worden, weil für ihn die Dauer des Durchgangs sehr verschieden ist von dem, den man aus dem Mittelpuncte der Erde sehn würde. Hätte man nun in Wardhus die oben aus bloſsen Rechnungen gefundene Dauer von $6^h\ 30'\ 54''$ auch durch die unmittelbaren Beobachtungen ebenso groſs gefunden, so würde dieses ein Beweis gewesen seyn, daſs man bei jenen Rechnungen die Sonnenparallaxe $P = 10''$ richtig angenommen habe, da sie es vorzüglich ist, die auf diese Dauer einen groſsen Einfluſs hat. Allein der Astronom Hell aus Wien, der in Wardhus jenen Durchgang beobachtete, fand diese *beobachtete* Dauer $t' = 6^h\ 29'\ 34'',6$, also die Differenz $t' - T = 536'',6$. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Differenzen können, wenn man die Beobachtungen und die übrigen Elemente jener Rechnung als richtig voraussetzt, ihren Grund nur in der eben unrichtig angenommenen Sonnenparallaxe von $10''$ haben. Da sich nun die Wirkungen eines Fehlers im Allgemeinen wie ihre Ursachen verhalten, so kann man, wenn man die gesuchte wahre Sonnenparallaxe gleich P' setzt, annehmen

$$616'' : 536'',6 = 10'' : P',$$

woraus die verbesserte Sonnenparallaxe $P' = 8'',71$ folgt. Um zu sehn, wie genau man auf diese Weise den Werth von P' findet, hat man allgemein

$$P' = \frac{P\,(t' - T)}{t - T}.$$

Nimmt man an, daſs die beobachtete Dauer t' um $\partial t'$ fehlerhaft sey, so ist der daraus entspringende Fehler

$$\partial P' = \frac{P \,.\, \partial t'}{t - T}$$

oder in unserm Beispiele

$$\partial P' = \frac{10\,\partial t'}{616} = 0,0162\,\partial t',$$

so daſs also ein Fehler von einer ganzen Zeitminute in der beobachteten Dauer oder daſs $\partial t' = 60''$ den Werth von P noch nicht um eine einzige Raumsecunde fehlerhaft machen würde. Allein so groſse Fehler in t' dürfen für unmöglich gelten, da eben diese Beobachtungen, wie bereits oben gesagt

worden ist, ihrer Natur nach einer ganz besonderen Sc
fähig sind.

X. Bestimmung der Sonnenparallaxe du Rechnung.

Obschon das Vorhergehende den Weg zeigt, den bei der Berechnung dieser Beobachtungen im Allgemeinen zuschlagen hat, so wird doch die Angabe einer genauern thode noch wünschenswerth seyn, da diese Bestimmunge den wichtigsten in der Astronomie gehören und da über die Mittheilungen dieser Methode schon oben (Art. *Umla seit*) zugesagt worden ist. Bei den in IX. erwähnten Ber nungen hat man vorausgesetzt, daſs bloſs die Sonnenparal oder eigentlich die Differenz der Parallaxen der Sonne der Venus noch unrichtig sey, während die übrigen Elem der Venus- und der Sonnenbahn als genau bekannt angen men wurden, was in der That nicht der Fall ist. Beson ist die Länge und Breite der Venus, so wie ihr Halbme noch etwas zweifelhaft, und Fehler in diesen drei Grö können auf das gesuchte Resultat einen oft wichtigen Ein ausüben.

Sey also für den Augenblick des beobachteten Ein- o Austritts a und p die tabellarische geocentrische Rectascen und Poldistanz der Venus und r der Halbmesser derselb die stündlichen Aenderungen von a und p wollen wir du Da und Dp bezeichnen. Für die Sonne endlich sollen dies ben Gröſsen α, π, ϱ und $D\alpha$, $D\pi$ seyn. Die Differenz Horizontalparallaxe dieser beiden Gestirne, welche die eigentli gesuchte Gröſse unseres Problems ist, wollen wir durch x zeichnen. Ist nun s der Stundenwinkel der Sonne und φ geographische Breite des Beobachtungsortes, so ist, wie m aus dem Vorhergehenden[1] leicht findet, die Parallaxe der Rec ascension eines Gestirns

$$P.\frac{\text{Cos.}\varphi\ \text{Sin.}s}{\text{Sin.}\pi}$$

und die Parallaxe der Poldistanz desselben

1 S. Art. *Parallaxe*. Bd. VII. S. 289.

$$P\,(\text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}\,\varphi - \text{Cos.}\,\pi\,\text{Cos.}\,\varphi\,\text{Cos.}\,s),$$

wo P die Horizontalparallaxe des Gestirns bezeichnet.

Setzt man also der Kürze wegen

$$A = \frac{\text{Cos.}\,\varphi\ \text{Sin.}\,s}{\text{Sin.}\,\pi} \text{ und } B = \text{Cos.}\,\varphi\,\text{Cos.}\,\pi\,\text{Cos.}\,s - \text{Sin.}\,\varphi\,\text{Sin.}\,\pi,$$

so hat man, da für die Beobachtungen der Durchgänge beide Gestirne immer sehr nahe an einander stehn, für die Differenz der scheinbaren (durch die Parallaxe veränderten) Differenz der Rectascension der Sonne und der Venus

$$a - \alpha - A.x$$

und für die Differenz der scheinbaren Poldistanzen derselben

$$p - \pi - B.x.$$

Ferner ist die relative geocentrische Bewegung der Venus in Beziehung auf die als stillstehend angenommene Sonne in Rectascension

$$f = \frac{D\,a - D\,\alpha}{3600}$$

und die Poldistanz

$$g = \frac{D\,p - D\,\pi}{3600}.$$

Daraus lassen sich aber auch sehr leicht die scheinbaren relativen Bewegungen der Venus f' und g' während einer Secunde ableiten, wenn man in den obigen Ausdrücken von A und B bloss die Gröfse s veränderlich annimmt, wodurch man erhält

$$f' = f - 0{,}000072\,x\,\frac{\text{Cos.}\,\varphi\,\text{Cos.}\,s}{\text{Sin.}\,\pi}$$

und

$$g' = g + 0{,}000072\,x\,\text{Cos.}\,\varphi\,\text{Cos.}\,\pi\,\text{Sin.}\,s.$$

Nimmt man nun an, dafs die bisher gebrauchten Gröfsen a, p und r noch um die unbekannten Correctionen ∂a, ∂p und ∂r zu klein sind, so hat man in dem rechtwinkligen Dreiecke, dessen Hypotenuse die Mittelpuncte der Sonne und der Venus verbindet, den Ausdruck

$$(a - \alpha - A\,x + \partial a)^2\,\text{Sin.}^2\,\pi + (p - \pi - B\,x + \partial p)^2 = [\varrho \pm (r + \partial r)]^2,$$

wo das obere oder untere Zeichen gilt, wenn die Berührung der beiden Gestirne eine äufsere oder eine innere ist. Setzt man der Kürze wegen

$$(a-\alpha)^2 \operatorname{Sin.}^2 \pi + (p-\pi)^2 = \Delta^2$$

und

$$\operatorname{Cos.} \omega = (a-\alpha) \frac{\operatorname{Sin.} \pi}{\Delta}$$

und entwickelt man die vorhergehende Gleichung, indem die zweiten und höheren Potenzen von ∂a, ∂p und ∂r w läfst, so hat man, wenn man $C = \frac{\Delta^2 - (\varrho \pm r)^2}{2\Delta}$ setzt, genden Ausdruck

$$C = x(A \operatorname{Sin.} \pi \operatorname{Cos.} \omega + B \operatorname{Sin.} \omega) \\ - \partial a . \operatorname{Sin.} \pi \operatorname{Cos.} \omega - \partial p . \operatorname{Sin.} \omega + \partial r$$

und dieses ist die gesuchte Bedingungsgleichung, welche jede einzelne Beobachtung entwickelt werden soll. Man hält dadurch so viele Gleichungen zwischen x, ∂a, ∂p ∂r, als man Beobachtungen hat, und wird dann durch bekannte Methode der kleinsten Quadrate die allen diesen obachtungen am besten entsprechenden Werthe von ∂a, ∂p, und x finden. Dieser zuerst von Euler und Lagra angegebenen Form bediente sich, mit einigen Aenderung Encke in seinen oben erwähnten zwei Werken (Gotha 18 in welchen er die vorzüglichsten aller Beobachtungen beiden Durchgänge von 1761 und 1769 seiner sehr sorgfäl gen Rechnung unterworfen hat. Er fand als Endresultat sei sämmtlichen Arbeiten die Horizontalparallaxe der Sonne Aequator, in ihrer mittlern Entfernung von der Erde, gle 8",5776, woraus dann die mittlere Entfernung der Sonne v der Erde zu 20666800 geogr. Meilen folgt.

L.

Veränderung.

Unter dieser Aufschrift wollen wir vorzüglich diejenig Aenderungen betrachten, die man, was man vielleicht am wen sten vermuthen sollte, an den himmlischen Körpern bemerk Während man nämlich hier unten alle Dinge steten Veränd rungen und immer neuem Entstehn und Vergehn unterwo fen sieht, glaubt man gewöhnlich, dafs die Körper des Hin mels für immerwährende Zeiten keinem Wechsel ihrer For ihrer Bewegungen und ihrer gegenseitigen Anordnungen unte

liegen, und dafs der Anblick des Weltalls, wie er jetzt ist, auch den frühesten Menschen als derselbe erschien und auch unsern spätesten Nachkommen ebenso erscheinen wird. Wie wenig gegründet aber diese Meinung ist, werden wir im Folgenden sehen.

A. Beständigkeit der Revolution und der Rotation der Himmelskörper.

Wenn wir zuerst diejenigen Gegenstände des Himmels angeben wollten, die nach unsern bisherigen Kenntnissen derselben in der That keinen Aenderungen unterliegen, so würde das Verzeichnifs derselben in der That sehr kurz ausfallen. Die *Umlaufszeiten* der himmlischen Körper um ihre Centralkörper, so wie die *Rotationszeiten* derselben um ihre eigenen Axen scheinen vor allen hierher zu gehören. Für die Planeten wenigstens ist das Erste durch Beobachtung sowohl, als auch durch die Theorie als erwiesen anzusehn, für die Kometen und für die Satelliten der Hauptplaneten scheint jedoch eine merkwürdige Ausnahme von dieser Regel einzutreten. Das Zweite aber, die Unveränderlichkeit der Rotationszeit, ist bisher nur für die Erde erwiesen, und auch da nur innerhalb des Bereiches unserer Menschengeschichte, die mit Ausschlufs des mythischen Zeitalters sich kaum auf viertausend Jahre erstreckt. Diese Rotation der Erde um ihre Axe hat ferner das Eigenthümliche, und dasselbe gilt wahrscheinlich auch für alle andere Planeten, dafs diese Axe immer durch *dieselben Puncte der Erde* geht, also, in Beziehung auf die Erde, *ebenfalls unveränderlich* ist, oder mit andern Worten, dafs der Aequator der Erde, also auch die beiden Pole derselben, immer durch dieselben Puncte der Oberfläche der Erde gehn. Dieses wird durch die Beobachtungen unserer Polhöhen bestätigt, die wenigstens seit der Zeit, wo diese Beobachtungen mit Genauigkeit vorgenommen wurden, keine merklichen Veränderungen zeigen. Allein diese Zeit ist noch viel kürzer, als die so eben erwähnte Dauer unserer noch einigermafsen verläfslichen Weltgeschichte. Unsere besseren astronomischen Beobachtungen, das heifst diejenigen, in welchen eine oder doch einige wenige Secunden verbürgt sind, beginnen erst mit dem Jahre 1750, wo Bradley

als der Gründer der neuern beobachtenden Astronomie trat. Es ist demnach noch nicht ausgemacht, obschon a dings unwahrscheinlich, dafs die Erdaxe nicht kleinen Be gungen unterliege, deren Folgen uns erst in einer Reihe Jahrhunderten bemerklich seyn werden, und noch weniger man als wahrscheinlich annehmen, dafs äufsere gewalt Störungen, wie z. B. der Zusammenstofs eines Kometen der Erde, diese Axe in der Vorzeit verrückt haben so und vielleicht auch später wieder verrücken werden, obg unsere Geologen schon oft genug zu solchen präsumtiven rungen ihre Zuflucht genommen haben, um dadurch mel Erscheinungen auf der Oberfläche der Erde zu erklären, die sich sonst allerdings nur schwer ein genügender G angeben läfst. Wenn wir aber auch die Erdaxe und s ebenfalls den Erdäquator in Beziehung auf die *Oberfl dieses Körpers* als constant und in seiner Lage unverände annehmen, so sind beide doch, wie die Lehre von der cession und Nutation zeigt[1], in Beziehung *auf den gestir Himmel* veränderlich, indem die Himmelspole der Erde man erhält, wenn man die Axe der Erde in Gedanken bi den Himmel verlängert), um die festen Pole der Eklipti jedem Jahrhundert einen Bogen von nahe 1° 23′ 42″ von nach West zurücklegen und daher von einem Fixsterne andern übergehn. Man wird sich diese Beweglichkeit der l axe in Beziehung auf den Himmel, verbunden mit der beweglichkeit derselben in Beziehung auf die Erde, am fachsten dadurch vorstellen, dafs man sich die Erde als im Weltraume frei schwebende Kugel denkt, durch d Mittelpunct eine feste Stange (die Rotationsaxe) gezogen die zwar immer durch dieselben zwei Puncte der Oberfl der Erde (durch die beiden Pole derselben) geht, die a zu beiden Seiten bis an den Himmel verlängert, beweg ist und von einem Fixsterne zum andern übergeht, weil Erde, sammt der in ihr unveränderlich befestigten Sta gleich einem auf einem horizontalen Tische wirbelnden K sel, sich im Weltraume bewegt. Jetzt geht diese auf Nordseite verlängerte Erdaxe durch einen Punct des Himn der nahe 1° 30′ von dem schönen Stern *α* im kleinen Bä

---

1 S. Art. *Vorrückung der Nachtgleichen.*

entfernt ist, daher wir diesen Stern den *Polarstern* nennen. Die nächsten drei Jahrhunderte hindurch wird sich diese Axe jenem Sterne noch weiter nähern und um das Jahr 2150 wird sie nur noch 28 Minuten von diesem Sterne abstehn, dann aber sich wieder allmälig von ihm entfernen. Im Jahre 4100 nach Chr. G. wird der Stern γ Cephei, dann α Cephei, später α Cygni und endlich, gegen das Jahr 14000 nach Chr. G., wird α Lyrae oder Deneb von den gröſsern Sternen des Himmels dem Nordpole am nächsten stehn und also auf die Benennung des Polarsterns Anspruch machen. Zur Zeit HIPPARCH's, 200 Jahre vor Chr. G., war α Ursae minoris noch gegen zwölf Grade vom Pole entfernt und konnte daher den Namen eines Polarsterns noch nicht verdienen. Man findet alle die Sterne, die in verschiedenen Zeiten Polarsterne sind, wenn man aus dem Pole der Ekliptik auf einem Globus mit einem Halbmesser von 23½ Graden einen Kreis (den sogenannten nördlichen Polarkreis) zieht und bemerkt, daſs der Pol des Aequators die Peripherie dieses Kreises in nahe 25800 Jahren von Ost nach West zurücklegt.

Die erwähnte Unveränderlichkeit der Lage der Erdaxe, wenn man sie bloſs in Beziehung auf die Erde selbst betrachtet, und die Unveränderlichkeit der Rotationszeit der Erde um diese Axe (d. h. des astronomischen *Sterntags*) sind die zwei groſsen Pfeiler unserer praktischen Astronomie, und sie werden auch auf theoretischem Wege dadurch bewiesen, daſs man zeigt, daſs die Rotationsaxe der Erde eine sogenannte *freie Axe*, d. h. eine solche ist, die durch die Rotation der Erde *keinen Druck* in irgend einem ihrer Puncte leidet. Nach den Lehren der Mechanik enthält jeder Körper, welcher Gestalt er auch seyn mag, wenigstens drei solcher freien Axen und sie schneiden sich alle im Schwerpuncte des Körpers unter gegen einander senkrechten Richtungen. Für eine Kugel sind alle Durchmesser derselben zugleich freie Axen, für ein Sphäroid, welches durch die Umdrehung einer Ellipse um ihre groſse oder auch um ihre kleine Axe entsteht, sind auch diese beiden Axen der Ellipse zugleich freie Axen des Sphäroids. Die Erde und überhaupt alle Planeten hatten zur Zeit ihrer Entstehung, wo ihre Massen noch nicht erhärtet waren, sehr wahrscheinlich eine der Kugel nahe kommende Gestalt. Der primitive Stoſs, welchem sie ihre Bewegung (um

die Sonne und zugleich um ihre eigene Axe) verdanken, ihnen eine Rotation um einen ihrer Durchmesser, d. h. um eine freie Axe. Durch die so entstandene Rotation Kugel wurde sie selbst an ihren Polen abgeplattet und die K wurde in ein Sphäroid verwandelt, das durch die Umdrehung e Ellipse um ihre kleine Axe entsteht. Dadurch hörte also, Vorhergehenden zufolge, die primitive Drehungsaxe nicht auch eine freye Axe zu seyn, und ebendeswegen drehn also auch die Planeten um solche vollkommen freie, kei Druck erleidende Axen, weshalb auch diese Axen immer selbe Lage beibehalten und zugleich die Rotationen um d Axe immer in derselben Zeit ungestört und ohne Ende f gesetzt werden. Ja diese Abplattung der Erde selbst t wesentlich dazu bei, die Lage jener Rotationsaxe in ihrer mal angenommenen Richtung nur noch mehr zu befestigen, sie, wenn sie auch durch äufsere Kräfte etwas aus ihrer Ri tung gelenkt werden sollte, eben durch diese Abplattung sogle wieder in ihre frühere Lage zurückgeführt werden müfste, w rend im Gegentheile, wenn die grofse Axe der erzeugenden lipse die Rotationsaxe der Erde geworden wäre, schon die ringste äufsere Störung hinreichend gewesen wäre, diese A immer mehr von ihrer frühern Lage zu entfernen, ohne je in ihre erste Stellung wieder zurückführen zu könn Dieselben Gründe aber, welche wir so eben für die Unver derlichkeit der Lage der Erdaxe angeführt haben, sprec auch für die stete Gleichförmigkeit der Rotation der Erde, d für die Unveränderlichkeit der Länge des Tages. Die gena sten theoretischen Untersuchungen über die Störungen, wel die tägliche Drehung der Erde um ihre Axe erleiden kön haben durchaus keine, unsern Sinnen bemerkbare Aender in der Geschwindigkeit dieser Drehung erkennen lassen, u ebenso haben auch die schärfsten astronomischen Beobacht gen keine Spur einer solchen Aenderung nachweisen k nen [1].

Ganz ebendasselbe gilt auch von der jährlichen Umla zeit, und zwar nicht blofs der Erde, sondern auch aller P neten, um die Sonne. Allen theoretischen Berechnungen u allen praktischen Beobachtungen zufolge sind die *siderisc*

1 S. Art. *Tag*. S. 36.

Umlaufszeiten der Planeten constant und für alle Zeiten unveränderlich. Da aber, nach dem bekannten dritten Gesetze Kepler's, die Quadrate der Umlaufszeiten sich wie die Würfel der grofsen Axen der Bahnen verhalten, so folgt, dafs auch diese grofsen Axen der Bahnen oder dafs die *mittleren Entfernungen* der Planeten von der Sonne ebenfalls unveränderlich sind. Diese Unveränderlichkeit der grofsen Axen der Planetenbahnen, auf die wir weiter unten (Art. *Weltall*) wieder zurückkommen werden, ist eine der merkwürdigsten Eigenschaften unsers Sonnensystems. Während beinahe alles Uebrige in diesem Systeme immerwährenden und oft sehr grofsen Aenderungen unterworfen ist, bleibt dieses Element für alle Zeiten stets von gleicher Gröfse. Es ist jetzt keinem weitern Zweifel unterworfen, dafs der grofse Urheber der Natur durch diese Einrichtung vorzüglich die ungestörte Erhaltung und die lange Dauer dieses Systems beabsichtigt hat. Wie diese Natur durch den bewunderungswürdigen Reichthum der Samen ihrer Geschöpfe und durch die Schmiegsamkeit ihrer Organismen, mit welchen sie sich den verschiedenen Himmelsstrichen und andern Verhältnissen anpassen können, für die Erhaltung der Gattungen, wie sie durch die aufopfernde, keine Gefahr scheuende Hingebung der Mutter für ihre Jungen und durch den so mächtigen Erhaltungstrieb für die Fortdauer der Individuen gesorgt hat, so hat sie auch durch jene Beständigkeit der grofsen Axen der Planetenbahnen die Dauer des ganzen Sonnensystems zu sichern gesucht. Es kann in der That für diese Erhaltung des Systems sehr wenig daran gelegen seyn, ob die grofse Axe dieser oder jener Planetenbahn nach der einen oder nach der andern Seite des Himmels gewendet ist, ob ihre Excentricität, ihre Neigung gegen die Ekliptik, ob die Länge ihrer Knotenlinie etwas gröfser oder kleiner ist u. s. w., aber nicht so verhält sich die Sache auch mit der eigentlichen Gröfse dieser Axen selbst. Denn es ist leicht einzusehn, dafs eine Aenderung derselben, auch die geringste, wenn sie einmal statt hat, nicht etwa (wie dieses wohl mit den Excentricitäten und mit den Neigungen der Fall ist) blofs in einem periodisch wiederkehrenden Wachsen und Abnehmen bestehn kann, sondern dafs eine solche Aenderung ihrer Natur nach progressiv seyn, dafs sie stets in demselben Sinne fortgehn und sich mit der Zeit immer

anhäufen muſs. Ein Planet, der einmal anfängt, sich Sonne zu nähern, muſs ihr fortan immer näher kommen, umgekehrt, und jeder von diesen beiden Fällen wird c Zweifel von den wichtigsten Folgen für die Bewohner di Planeten und für den Planeten selbst seyn.

Nehmen wir, um dieses näher zu zeigen, unsere Erde Beispiele an. Sie bewegt sich in ihrem Perihel (in ihrer kl sten Entfernung von der Sonne) während jeder Zeitsec durch 4,3 deutsche Meilen. Angenommen, daſs sie in sem Puncte ihrer Bahn entstanden sey, daſs sie also aus sem Puncte mit der erwähnten Geschwindigkeit ihren l um die Sonne begonnen habe. Es läſst sich durch die hö Mechanik zeigen, daſs die Bahn der Erde, eben weil die fängliche Geschwindigkeit derselben diese und keine an war, eine *Ellipse* werden muſste, und daſs sie auch so la dieselbe Ellipse bleibt, als diese ihre Geschwindigkeit im rihel nicht verändert wird. Nehmen wir nun an, daſs halbe groſse Axe dieser elliptischen Bahn der Erde mit Zeit kleiner werde, daſs also auch die Erde im Allgemei näher zur Sonne rückt. Dadurch muſs, nach dem erwähn dritten Gesetze Kepler's, ihre Umlaufszeit kleiner (das J kürzer) und also die Geschwindigkeit derselben gröſser w den. Nehmen wir an, sie sey auf diese Art dahin gekc men, daſs sie, wenn sie eben wieder durch ihr Perihel g nicht mehr 4,3 Meilen, sondern daſs sie nur 5,8 Meilen einer Secunde zurücklege. Die Mechanik zeigt, daſs Erde mit dieser anfänglichen Geschwindigkeit im Peri keine Ellipse mehr um die Sonne beschreiben könne, s dern daſs die neue Bahn der Erde eine Parabel seyn mü Wenn dann die Geschwindigkeit der Erde bei ihren fern Durchgängen durch die Sonnennähe noch gröſser wird, als Meilen, wenn sie z. B. 6, 7, 8 oder noch mehr Mei betragen sollte, so würde in allen diesen Fällen die Bahn Erde eine Hyperbel seyn. In beiden Fällen würde aber Erde nicht mehr in einer geschlossenen Linie, wie die Elli ist, um die Sonne gehn, sondern sie würde sich in einem parabolischen oder hyperbolischen Arme der neuen Bahn i mer weiter von der Sonne entfernen und endlich ganz unserm Planetensysteme heraustreten, um ihren weitern L um einen andern Fixstern, als ihre neue Centralsonne,

verfolgen. Ebenso würde auch schon eine geringere Vergrößerung der anfänglichen Geschwindigkeit, wenn sie nur zwischen 4,3 und 5,8 Meilen enthalten ist, die Bahn der Erde zu einer sehr excentrischen Ellipse machen, wie sie von den Kometen beschrieben wird, wo dann für das Wohlseyn und das Leben ihrer Bewohner die nothwendigen Folgen einer solchen Aenderung nicht anders als sehr unglücklich seyn müſsten. Dieses alles fällt weg, wenn, wie wir bisher vorausgesetzt haben, die Entfernung der Erde von der Sonne zu der Zeit, wo jene durch ihr Perihel geht, immer dieselbe bleibt. Nimmt auch diese verhältniſsmäſsig ab oder zu, so würde jede Aenderung der halben groſsen Axe, wie gesagt, eine immerwährende Annäherung oder eine stete Entfernung der beiden Gestirne zur Folge haben, und die Erde würde sich endlich entweder in den feurigen Schoſs der Sonne stürzen, oder sie würde sich von ihr bis an die äuſsersten Grenzen ihrer Wirksamkeit entfernen und dann in die Regionen anderer Sonnensysteme übergehn, in beiden Fällen aber ganz aufhören, einen integrirenden Theil unseres Systems zu bilden.

B. Ausnahme von diesem Gesetze bei dem Monde.

Da diese Erscheinung so allgemein für alle Planeten und zugleich, wie wir gesehn haben, für die Erhaltung des Systems so wichtig ist, so muſste es den Astronomen um so mehr auffallen, daſs der Mond allein eine Ausnahme davon machen sollte. Halley, der Zeitgenosse und Freund Newton's, hatte gefunden, daſs die Umlaufszeit des Monds um die Erde seit den Zeiten der Griechen, d. h. seit beinahe zweitausend Jahren, bis auf unsere Tage immer kürzer, also die mittlere Bewegung des Mondes immer gröſser geworden ist, wodurch daher der Mond der Erde immer näher kommen und endlich, da diese Bewegung ihrer Natur nach stets fortschreitet, auf die Erde fallen muſs, um sich mit ihr für immer zu vereinigen. Diese befremdende Erscheinung, die aber nach den Beobachtungen als eine nicht weiter zu bezweifelnde Thatsache erkannt werden muſste, quälte die Astronomen lange Zeit, da sie die Ursache derselben nicht finden konnten. Man suchte sie in einer Correction des allgemeinen Gesetzes der Schwere,

nach welcher die Anziehung der einander näheren Kör
nicht blofs wie verkehrt das Quadrat der Entfernung sich v
halten sollte, man suchte sie in den Perturbationen, wel
die Planeten auf den Mond ausüben sollten, in der Abw
chung des Monds und der Erde von der Kugelgestalt, in d
Widerstande des Aethers, in welchem sich der Mond bewe
in der allmäligen Fortpflanzung der Schwere von der Son
auf die Planeten, die, so wie das Licht, auch eine bestimm
Zeit gebrauchen sollte, u. s. w., aber auf allen diesen Weg
konnte man das gewünschte Ziel nicht erreichen. Indefs v
die Uebereinstimmung aller übrigen Erscheinungen des Hi
mels mit dem Gesetze der allgemeinen Schwere so grofs, d
man diese einzige Ausnahme nicht ohne lebhaftes Bedau
so lange bestehn lassen konnte. Dieses bewog die zw
gröfsten Mathematiker ihrer Zeit, Lagrange und Lapla
dem Gegenstande ihre besondere Aufmerksamkeit zu widm
Sie gingen von der Ansicht aus, dafs diese Ausnahme n
scheinbar sey und dafs ihre wahre Ursache in demselben G
setze zu finden seyn müsse. Wenn z. B. die Erde in ihr
Bahn sich der Sonne allmälig näherte, so würde sich dadur
auch die Entfernung des Mittelpuncts der Mondbahn von d
Sonne immer verkleinern, und dadurch müfste ohne Zweif
diese Mondbahn selbst auch eine Aenderung erleiden. N
ist aber nach (A) die grofse Axe der Erdbahn unveränderlic
und jene Voraussetzung einer steten Näherung der Erde z
Sonne erscheint daher ganz unzulässig. Wenn man sich ab
erinnert, dafs die Excentricität der Erdbahn, den Beobachtu
gen und Berechnungen gemäfs, seit den ältesten Zeiten imm
kleiner geworden ist, so mufs auch die elliptische Erdbah
obschon ihre grofse Axe immer dieselbe bleibt, doch eine
Kreise immer näher kommen, also mufs auch seit jener Ze
der Mittelpunct der Mondbahn der Sonne im Allgemeinen im
mer näher gekommen und dadurch die Wirkung der Sonn
auf die Bewegung des Monds nothwendig immer vergröfse
worden seyn. Lagrange hat zuerst diesen wahren Grun
der *Acceleration des Monds* (wie diese Erscheinung von de
Astronomen genannt wird) erkannt und Laplace hat densel
ben durch seine darüber angestellten Berechnungen über al
len Zweifel erhoben. Die mittlere Wirkung der Sonne au
den Mond hängt von der Entfernung der Sonne von der Erd

ab, und da diese letztere (wegen der Abnahme der Excentricität der Erdbahn) veränderlich ist, so muſs auch jene Wirkung der Sonne veränderlich seyn. Die mathematische Analysis giebt die Gröſse dieser Aenderung des Sonneneinflusses, also auch die Gröſse der daraus entspringenden Veränderung in der mittlern Bewegung des Mondes, und zwar mit den Beobachtungen vollkommen übereinstimmend. Nennt man t die seit dem Jahre 1800 verflossenen Jahrhunderte, so beträgt diese Aenderung der mittlern Länge des Mondes für jede Zeit $10{,}72\,t^2$ Secunden, oder diese Länge ist im J. 1900 um 10,72 Sec. gröſser, als sie aus der Umlaufszeit, die der Mond im J. 1800 hatte, folgen würde; für das Jahr 1850 wird man $t = \frac{1}{2}$, für das Jahr 2000 aber $t = 2$ setzen u. s. f.

Diese Excentricität der Erdbahn beträgt jetzt 0,0168 der halben groſsen Axe ihrer Bahn und nimmt mit jedem Jahrhundert um nahe 0,000042 ab. Allein dieses gilt nur für etwa ein Jahrtausend vor und nach unserer Zeit. Lagrange hat gefunden, daſs die Excentricität der Erdbahn im Jahre 11400 vor Chr. Geb. in ihrem gröſsten Werthe war, wo sie 0,0196 betrug. Seitdem nimmt sie durch volle 48300 Jahre immer ab und wird erst im J. 36900 nach Chr. Geb. ihren kleinsten Werth = 0,00393 erhalten, dann aber allmälig wieder zunehmen, so daſs also dann auch die jetzt statt habende Acceleration des Monds wieder in eine Retardation desselben übergeht, und daſs daher von einem Sturze des Monds auf die Erde keine Rede seyn kann, sondern daſs diese Näherungen und Entfernungen desselben, so wie die Ab- und Zunahme der Excentricität der Erdbahn, nur periodisch auf und nieder gehn und überdieſs in sehr enge Grenzen eingeschlossen sind.

C. Allgemeine Veränderungen unseres Planetensystems.

Die Planeten und Kometen bewegen sich um die Sonne und die Satelliten um ihre Hauptplaneten im Allgemeinen in elliptischen Bahnen. Die Ursache dieser Bewegungen ist die anziehende Kraft des Centralkörpers, die sich, dem Newton'schen Gesetze der Attraction gemäſs, wie verkehrt das Quadrat der Entfernung verhält. Da aber diese Eigenschaft nicht

blofs diesen centralen, sondern jedem Körper des Syst
da sie überhaupt jeder *Masse* zukommt, so werden jene H
melskörper nicht nur von ihrem Centralkörper, sondern di
wird auch wieder von ihnen, ja sie selbst werden auch
genseitig von einander angezogen und daher auch in Be
gung gesetzt, und aus diesen gegenseitigen Attractionen
Himmelskörper unter einander mufs nothwendig eine sehr
wickelte Bewegung aller zusammen entstehn. Wenn z.
blofs die Erde nebst der Sonne in unserem Systeme da w
so würde die relative Bahn der Erde um die Sonne eine r
Ellipse oder eigentlich ein Kegelschnitt seyn, und schon
nige gute Beobachtungen würden hinreichen, die Lage, Gr
und Gestalt dieser Ellipse zu bestimmen. Allein durch
Anziehung der andern, besonders der der Erde nähern Pla
ten wird diese Ellipse auf das mannigfaltigste abgeändert,
dem diese Erde von dem einen Planeten vorwärts, von d
andern rückwärts, von dem einen auf- und von dem and
wieder mehr oder weniger abwärts gezogen wird. Dadu
wird der früher rein elliptische Weg der Erde um die Son
eine äufserst zusammengesetzte, in jedem Augenblicke verä
derliche krumme Linie, deren nähere Bestimmung alle Kr
unserer mathematischen Analysis übersteigt und für uns w
immer ganz unmöglich seyn wird. Das Problem, um dess
Auflösung es sich hier eigentlich handelt und das zuglei
in gewissem Betrachte die ganze Astronomie in sich schlief
läfst sich kurz auf folgende Weise ausdrücken: *von dreis*
Himmelskörpern, die den vorzüglichsten Theil unsers So
nensystems ausmachen, und von denen jeder alle andern a
zieht und wieder von allen andern immerwährend ange
gen wird, soll man durch blofse Rechnung den Ort, d
Geschwindigkeit und die Richtung dieser Geschwindigke
eines jeden dieser Körper für jeden Augenblick irgend ein
verflossenen oder künftigen Jahrhunderts genau bestimme
Während sich die Stellungen dieser Körper unter einand
stets ändern, wird auch mit jeder neuen Stellung eine neu
gegenseitige Wirkung aller dieser Körper unter einander be
dingt, und jede Veränderung der auf das ganze System nac
allen Richtungen wirkenden Kräfte bringt wieder eine neu
Stellung dieser Körper und damit neue Bewegungen und we
nigstens scheinbare Unordnungen hervor, die aber alle aus je

sem Gesetze der allgemeinen Gravitation entspringen und daher auch aus diesem Gesetze durch Rechnung erklärt werden sollen.

Dieses kühne Unternehmen, wohl das gröſste, das der menschliche Geist je gewagt hat, würde aber gleich bei den ersten Versuchen gescheitert seyn, wenn uns nicht durch einige besondere Einrichtungen der Natur die Ausführung desselben sehr erleichtert oder eigentlich erst möglich gemacht worden wäre. Dahin gehört: I. *die groſse Entfernung der Planeten von uns.* Die Astronomen bestimmen in den neuern Zeiten die von der Erde am Himmel gesehenen Orte bis auf die Genauigkeit der Dicke eines feinen Haares, so vor das Auge gehalten, daſs es uns am reinsten und schärfsten scheint, das heiſst, etwa bis auf fünf Secunden. Dieses scheint allerdings eine sehr groſse Genauigkeit, und sie ist es auch, wenn man alle die Schwierigkeiten bedenkt, die man zur Erlangung derselben überwinden muſste. Aber diese Dicke eines Haares bedeckt uns von der Uranusbahn schon einen Bogen von nahe zehntausend Meilen oder mehr als zehnmal den Halbmesser unserer Erde. Bei dem nächsten Fixsterne, wenn seine Parallaxe in der That eine volle Secunde beträgt, würde dasselbe Haar schon einen Bogen von nahe hundert Millionen deutschen Meilen betragen[1]. Diese Gröſsen also, so bedeutend sie auch an

1 Solche Fehler, so groſs sie uns auch erscheinen, sind doch, in Beziehung auf die Gegenstände, die wir hier betrachten, nur sehr klein zu nennen. Wenn unsere Mechaniker mit ihren Supports die Peripherie eines Kreises, dessen Halbmesser ihnen gegeben wird, bis auf fünf Secunden genau darstellen, so haben sie dabei einen Fehler begangen, der den 259200sten Theil der ganzen Peripherie beträgt, und wir würden einen so kleinen Fehler gern als gar keinen betrachten, ja ihn wohl selbst nicht einmal bemerken. Eine Stadt, wie Wien z. B., von 3000 Klaftern im Durchmesser, würde uns, selbst auf dem Monde, dem nächsten aller Gestirne, nur unter dem Winkel von $3\frac{1}{2}$ Secunden erscheinen, also von jenem Haare schon mehr als bedeckt werden. Die Entfernung oder die Parallaxe des Monds ist uns bis auf eine Secunde, d. h. wenigstens bis auf den dreitausendsten Theil des Ganzen oder nahe bis auf 20 deutsche Meilen bekannt. Wem dieser Fehler noch groſs scheint, der mag uns die Hauptstädte Europa's, der andern Welttheile zu geschweigen, nennen, deren Entfernung von einander uns ebenfalls bis auf den dreitausendsten Theil dieser Entfernung bekannt ist. Die Astronomen kennen also die Di-

sich selbst seyn mögen, erscheinen uns doch, wegen ihrer u geheuern Entfernung, nur sehr gering. In dieser Ersch nung liegt aber eben der Vortheil, von dem wir hier sp chen. Denn wenn wir dieses Gewirre von so vielen Hi melskörpern gleichsam in einem viele Millionen Mal verkl nerten Modelle ganz nahe vor unsern Augen hätten, u wenn wir jede kleine Abweichung ihrer Bewegungen du unsere Mikroskope wieder Millionenmal vergröfsert erblickte so würden wir die Bahnen der Himmelskörper wahrscheinli ebenso wenig kennen gelernt haben, als wir jetzt die Bah der vor unsern Augen spielenden Sonnenstäubchen zu berec nen im Stande sind. II. Der zweite Vortheil, der uns d Auflösung jenes Problems erleichtert, ist die ungemein *gro Masse der Sonne* in Beziehung auf die Masse jedes einze nen Planeten; ja selbst die Massen aller Planeten zusamme genommen betragen noch nicht den 800sten Theil der Sonne masse. Die Folge davon ist, dafs die Störungen, welc durch die Anziehung der Planeten unter einander verursac werden, im Verhältnifs zur Wirkung der Sonne ebenfalls n sehr klein seyn und daher viel leichter berechnet werden kö nen. Wenn z. B. Saturn eine ebenso grofse Masse hätte, al die Sonne, so würde Jupiter vom Saturn im Allgemeine ebenso stark, als von der Sonne angezogen werden, und di Folge davon würde eine totale Umänderung der Bewegung un der Bahn selbst von Jupiter seyn. Aber die Masse des Sa turn beträgt noch nicht den 3000sten Theil der Sonnenmass und in ebendiesem Verhältnisse steht also auch die Anzie hung Saturns zu der der Sonne, wenn beide gleich weit von Jupiter entfernt sind. Diese streng monarchische Einrichtun unseres Sonnensystems ist sehr merkwürdig. Das eigentlich Vorrecht zur Herrschaft, welches hier unten in dem gröfsern Verstande liegt oder eigentlich liegen sollte, liegt dort in de gröfsern Masse, und so verschieden ist dort die aus diesem Vorrechte entspringende Ungleichheit der Stände, dafs wir au unserer Erde, so bunt es auch zuweilen in dieser Beziehun auf ihr zugehn mag, kaum etwas Aehnliches aufzuweisen ha- ben. Die Masse der Sonne ist über 900 Mal gröfser, als die

---

stanzen am Himmel besser, als die Geographen die Distanzen der Städte auf ihrer Erde.

Jupiters, des gröſsten aller Planeten. Sie übertrifft die Masse unserer Erde volle 340000 Mal. Dadurch ist alles Auflehnen und jeder Ungehorsam auch der mächtigsten Unterthanen dieses Staates gegen ihren Autokrator unmöglich gemacht. Dafür fordern aber diese mächtigen Lehnsherren wieder denselben Gehorsam von den ihnen zugewiesenen Vasallen, und mit Recht, kann man hinzusetzen, da auch sie wieder diese Vasallen an Masse, d. h. an innerer Kraft ebenso weit übertreffen, als sie selbst alle zusammen von ihrem gemeinsamen obersten Beherrscher übertroffen werden. Unsere Erde bildet mit ihrem Monde einen solchen kleinen Staat im Staate; sie führt ihn auf ihrer weiten Reise um die Sonne als ihren Diener in schweigendem Gehorsam mit sich, aber sie ist auch über siebenzigmal stärker, als dieser Diener. Jupiter wird auf seiner noch viel gröſsern Bahn von vier solchen Dienern begleitet, die aber alle zusammen noch nicht den zehntausendsten Theil der Stärke ihres Herrn besitzen. III. Der dritte der oben erwähnten Vortheile liegt in der *Kleinheit der Excentricitäten und Neigungen* der Planetenbahnen gegen die Ekliptik. Sie sind durchaus nur dem Kreise sehr ähnliche Ellipsen, und ihre Bahnen liegen beinahe alle in derselben Ebene. Wenn sie im Gegentheile, wie die Kometenbahnen, sehr excentrische Ellipsen und nach allen Richtungen im Weltall zerstreut wären, so würden, wie dieses für sich klar ist, die gegenseitigen Störungen derselben viel bedeutender, also auch viel schwerer zu berechnen seyn. Daſs aber die erwähnten Kometen, ungeachtet sie anders gestellte und anders gestaltete Bahnen haben, doch keine bedeutenden Störungen erzeugen, liegt in dem Umstande, daſs die Massen der Kometen, dieser lockeren und vielleicht nur dunstförmigen Körper, noch ungleich geringer sind, als die der Planeten. IV. Der vierte Vortheil ist die *groſse Entfernung*, welche die Planeten unter einander haben. Wenn sie einander viel näher kommen könnten, als sie wirklich thun, so würden auch, wie dieses sich von selbst versteht, ihre gegenseitigen Störungen gröſser seyn. Endlich V. kommt unseren Berechnungen derselben noch der Umstand zu Gute, daſs diese Planeten alle sehr nahe eine *kugelförmige Gestalt* haben. Wenn sie z. B. die Form eines Würfels, eines Kegels, eines Cylinders u. dgl. hätten, so würde die Berechnung ihrer Bewegungen für uns ganz unmöglich

seyn, und unter allen Gestalten, die sie annehmen könn ist eben die Kugelgestalt die einzige, bei welcher wir in Berechnung ihrer Bewegung auf diese Gestalt gar keine Rü sicht zu nehmen haben, da, nach einem bekannten Ges der Mechanik, Kugeln sich gegenseitig so anziehn, als ob i ganze Masse in ihrem Mittelpuncte vereinigt wäre, so wir also jetzt bei der Auflösung jenes grofsen Problems sämmtlichen Planeten als ebenso viele einfache *Puncte* trachten können.

Durch diese Einrichtungen also hat es uns, wie ges die Natur möglich gemacht, die Bewegungen der Plane durch Rechnung zu bestimmen. Um z. B. die Störung welche die Erde von den übrigen Planeten in jedem Au blick erleidet, zu finden, sollte man eigentlich, wenn n nach aller Strenge verfahren wollte, zuerst schon die Stör gen kennen, welche jeder dieser die Erde störenden Plane von allen übrigen, die Erde selbst mit eingeschlossen, erl det. Allein da, wie oben erwähnt, diese Störungen alle n gering sind, so kann man sich ohne Nachtheil erlauben, n diejenigen Perturbationen zu bestimmen, welche jeder einzel Planet von jedem andern *einzelnen* unter der Voraussetzu erleidet, dafs dieser andere Planet selbst nicht weiter in sein Bahn gestört worden ist, sondern blofs in seinem rein ellip schen Wege um die Sonne geht. Auf diese Weise ist uns Problem eigentlich dahin gebracht, dafs man es immer n mit drei Körpern zu thun hat, mit der Sonne, mit dem st renden und mit dem gestörten Planeten, und dieses ist das genannte *Problem der drei Körper*, an demdie gröfsten Astr nomen und Mathematiker seit Newton's Zeiten ihre Kräf versucht haben.

Allein alle diese Versuche haben doch zu keiner streng oder directen Auflösung geführt, sondern es ist ihnen, selb unter allen jenen Voraussetzungen und Erleichterungen, n möglich gewesen, die hierher gehörenden Fragen auf ei blofs genäherte, indirecte Weise, durch Hülfe von unendli chen Reihen zu beantworten, von welchen die ersten od gröfsten Glieder allein berücksichtigt werden. Die auf diese Wege gefundenen Störungen sind von den Astronomen in zw wesentlich verschiedene Classen gebracht worden. Die erst Classe enthält die sogenannten *periodischen* Störungen ode

die Veränderungen, welche die *Planeten selbst* in ihren elliptischen Bahnen von der Einwirkung ihrer Nachbarn erleiden. Hierher gehören z. B. die Störungen des Monds, die er in seinem Laufe um die Erde von der Sonne erleidet und die wir in den Artikeln *Evection* und *Variation*[1] betrachtet haben. Da diese Störungen von der Stellung des störenden Planeten gegen den gestörten abhängen, so werden sie dieselben seyn, so oft diese Stellungen wieder dieselben sind, oder sie werden in gewissen periodischen Zeiträumen regelmäfsig wiederkehren, weswegen sie auch die obige Benennung erhalten haben. Allein man sieht ohne Mühe, dafs die immerwährenden Einwirkungen der Planeten auf einen andern, z. B. auf Mars, nicht nur diesen letztern in seiner Bahn vor- und rückwärts bewegen, sondern dafs sie endlich auch auf die Gestalt und Lage dieser Bahn des Mars selbst Einflufs haben werden. Dadurch werden die *Elemente* dieser Bahn selbst eine Aenderung erleiden; die Excentricität, die Lage der grofsen Axe, die Neigung, die Knotenlinie der Bahn mit der Ekliptik können sich nicht gleich bleiben. Auch diese Aenderungen der Elemente der Bahn werden ohne Zweifel in bestimmten Perioden wiederkehren, so oft nämlich die frühere Gesammtstellung aller übrigen Planeten gegen den gestörten wiederkehrt. Aber man sieht, dafs diese Perioden viel länger dauern müssen, als die vorhin erwähnten, dafs sie viele Jahrhunderte, ja Jahrtausende umfassen werden, und aus dieser Ursache hat man sie *Säcular-Störungen* genannt. Hierher gehört z. B. die Säcular-Störung der mittleren Bewegung des Monds, die wir oben unter der Benennung der *Acceleration* des Mondes betrachtet haben und die mit der dort ebenfalls erwähnten Säcular-Störung der Excentricität der Erdbahn zusammenhängt. Im Artikel *Weltall* werden wir die Resultate der hierher gehörenden Berechnungen der Astronomen über die Säcular-Störungen zur bequemern Uebersicht tabellarisch zusammenstellen.

Hier begnügen wir uns, zu den vielen grofsen und höchst verwickelten *Veränderungen*, die durch diese Störungen in unserm Planetensysteme erzeugt werden, nur noch gleichsam nachträglich zu bemerken, dafs das grofse Problem, von dem

---

1 Vergl. Art. *Mond*.

wir oben gesagt haben, dafs es uns durch mehrere Einri-
tungen der Natur sehr erleichtert worden ist, im Gegentl
wieder durch andere Verhältnisse nicht wenig erschwert v
den mufste. Wie viele Jahrtausende hindurch hat sich
menschliche Geist abgemüht, bis es ihm endlich gelungen
nur die zwei gröfsten und auffallendsten der ihm zunächst
genden Bewegungen des Himmels, die Bewegung seines e
nen Wohnsitzes um die Sonne und um sich selbst, zu erl
nen, und wie weit ist es von da bis zur Erkenntnifs und
stimmung aller der andern Bewegungen, von denen wir so e
geredet haben. Diese Bewegungen der Planeten werden
unsern Berechnungen alle auf die *Ekliptik* und in uns
Beobachtungen, wegen der eigenthümlichen Construction
serer Instrumente, auf den *Aequator* bezogen. Allein
Ekliptik wird durch die erwähnten Einwirkungen aller I
neten auf die Erde selbst wieder jeden Augenblick aus il
Lage verrückt und der Aequator wird ebenso durch die I
cession und Nutation immerwährend geändert, so dafs a
der Durchschnittspunct dieser beiden Ebenen (von welch
die Astronomen alle ihre Längen und Rectascensionen z
len) keinen Augenblick derselbe bleibt. Dadurch werden
Fixpuncte des Himmels und mit ihnen zugleich die Basis v
rückt, auf welche wir unsere Charten des Himmels, uns
Sonnen- und Planetentafeln und unsere Sternkataloge geb
haben; aus dem letzten der Gestirne wird das erste, aus d
ersten das letzte gemacht, und der ganze Himmel, des
Ordnung und Harmonie der Gegenstand unserer frühern I
wunderung gewesen ist, erscheint uns jetzt als ein Bild
Verwirrung und Unordnung, da von der grofsen Charte,
wir uns von demselben entworfen haben, auch nicht ein e
ziger Punct unverrückt geblieben ist, um von ihm aus a
jene verwickelten Bewegungen, alle jene so mannigfaltig v
schlungenen krummen Linien erfassen und auflösen zu kö
nen. Ohne höhere Analyse und ohne Kenntnifs des Geset
der allgemeinen Gravitation, die wir beide dem unsterblich
Newton verdanken, ohne diesen leitenden Doppelfaden wür
der menschliche Geist sich nie in diesem Labyrinthe zurec
gefunden, würde er das ihn von allen Seiten umgeben
Chaos um so weniger entwirrt haben, da er dasselbe nic
einmal von einem festen Standpuncte aus, sondern wieder n

von einer sich jährlich um die Sonne bewegenden und täglich sich um ihre eigene Axe drehenden Kugel zu beobachten gezwungen ist, von einer Kugel, die überdiefs noch, um die Verwirrung zu vollenden, mit einer Hülle umgeben ist, welche die Quelle unzähliger Täuschungen und zugleich die Ursache ist, dafs wir auch nicht ein einziges von den unzähligen Gestirnen an dem Orte erblicken, den es in der That am Himmel einnimmt.

D. Veränderungen aufser unserem Planetensysteme.

Wenn unsere Kenntnifs des Planetensystems, von welchem wir mit der Erde selbst einen integrirenden Theil ausmachen, der grofsen Fortschritte ungeachtet, die der menschliche Geist in dieser Kenntnifs gemacht hat, noch immer sehr unvollkommen zu nennen ist, so gilt dieses noch viel mehr von allen denjenigen Gegenständen des Himmels, die sich jenseit der Grenzen dieses Systems befinden. Die *Fixsterne* insbesondere, so zahllos auch ihr Heer ist, sind für den Astronomen bisher wenig mehr, als lichte, fixe Puncte des Himmels gewesen, an die er seine übrigen Beobachtungen der Planeten und Kometen anzureihen und gleichsam zu befestigen suchte. Aus diesem Grunde hat man sie, wenigstens die vorzüglichsten, d. h. die scheinbar gröfsten derselben, so oft und so sorgfältig als möglich zu beobachten gesucht, um dadurch den Ort, welchen sie am Himmel einnehmen, mit der gröfsten Schärfe kennen zu lernen. Indem man aber diesen für die gesammte praktische Astronomie sehr wichtigen Zweck längere Zeit verfolgte, gelangte man zu dem unerwarteten Resultate, dafs diese Gestirne ihren bisherigen Namen mit Unrecht führen, dafs sie nicht *fix*, sondern im Gegentheile, wie alle andere Gegenstände des Himmels, *beweglich* sind. Zwar erscheint uns diese Bewegung nur gering im Vergleich mit denen der Planeten und Kometen, aber davon liegt wahrscheinlich die Ursache nur in der ungeheuren Entfernung, in welcher die Fixsterne von uns abstehn. Die Astronomen haben sich bemüht, diese eigenen Bewegungen der Fixsterne, wenigstens bei sehr vielen derselben, mit Genauigkeit zu bestimmen, und man findet dieselbe in den ver-

neuen Stern im Skorpion, dessen Licht dem des Mond
seinen Vierteln gleich gewesen seyn soll und der nach
Monaten wieder gänzlich unsichtbar wurde. Im Jahr 94
Zeit des Kaisers Otto, sah man, nach dem Berichte der
niken, einen solchen neuen und hellen Fixstern zwischen
Cepheus und der Cassiopeia, und auch im J. 1264 soll
nahe an derselben Stelle wieder ein solches Gestirn g
haben. Merkwürdiger, weil genauer bekannt, ist für un
grofse Stern, den Tycho Brahe im Jahre 1572 beobac
Als er am 11. November aus seinem chemischen Laborat
über den Hof seines Hauses in die Sternwarte ging, ben
er, ebenfalls in dem Sternbilde der Cassiopeia, einen
Stern von ganz vorzüglicher Gröfse auf einer Stelle, w
früher nur sehr kleine Sterne gesehn hatte. Sein Glanz
so hell, dafs er selbst Jupiter und Venus übertraf und
darauf sogar am Tage sichtbar wurde. Während der
zen Zeit seiner Erscheinung konnte Tycho weder eine
derung seiner Stelle am Himmel, noch auch eine merk
Parallaxe an diesem Gestirne mit seinen Instrumenten fi
Ein Jahr nach jener ersten Erscheinung nahm der Stern
mälig an Glanz ab, und verschwand endlich ganz im
1574, sechzehn Monate nach seiner Entdeckung, ohne
man seitdem eine Spur von ihm auffinden konnte. Als e
erst erschien, war sein Licht blendend weifs. Im Jahr
zwei Monate nach seiner Entdeckung, nahm sein Licht
gelbliche Farbe an, die wieder nach zwei Monaten in
röthliche überging, so dafs er nun in seiner Farbe dem
oder dem Aldebaran glich. Zwei oder drei Monate vor
nem gänzlichen Verschwinden endlich schimmerte er nur
in einem grauen oder bleifarbenen, dem des Saturn ähnl
Lichte. Goodricke, der sich zu Ende des achtzehnten
hunderts viel mit diesen Gegenständen beschäftigte, is
Meinung, dafs die erwähnten neuen Sterne von den J
945 und 1264 mit diesem von 1572 identisch gewese
und dafs dieselbe Erscheinung alle 150 oder alle 300
an derselben Stelle des Himmels wiederkommen soll; a
jene zwei ersten Erscheinungen sind zu ungewifs, um d
eine solche Behauptung mit Sicherheit gründen zu könne

Ein anderer neuer Stern erschien im J. 1604 am 10. O
ber im östlichen Fufs des Ophiuchus. Er soll nahe eb

ll, wie der von Tycho entdeckte, gewesen seyn, und auch verschwand im folgenden Jahre 1605 im October wieder, ne weiter eine Spur zurückzulassen. Kepler schrieb darer eine eigne Abhandlung: *de stella nova in pede Serpentrii*, die 1606 zu Prag herausgekommen ist. Im Jahre 1670 m 20. Juni entdeckte Anthelm einen solchen neuen Stern er dritten Gröſse im Schwan. Schon zwei Monate nach einer Entdeckung war sein Licht zu dem eines Sterns der nften Gröſse herabgesunken und bald darauf wurde er llig unsichtbar. Er wurde die ganze Zeit seiner Erscheing von dem berühmten Dominik Cassini sehr eifrig beobchtet.

Es ist auffallend, daſs seit dem Jahre 1750, wo die Bemsamkeit der praktischen Astronomen in einem so hohen rade zugenommen hat, Erscheinungen dieser Art nicht ehr vorgekommen sind. Hipparch's oben erwähnter Sternalog enthält kaum dreihundert Fixsterne, und doch hat man f ihn die Stelle Virgil's angewendet, wo vom Polinurus, m Steuermanne des Aeneas, gesagt wird:

Sidera cuncta notat tacito labentia coelo.

Allein wie weit mehr verdienen dieses Lob die Verfasser unerer neuen Sternkataloge. Bode's Uranographie enthält 17240, Lalande's *Histoire céleste* 50000 Sterne, und nahe ebenso viele sind auch in den Zonenbeobachtungen Bessel's enthalten. Seit derselben Zeit sind fünf neue Planeten und so viele Kometen entdeckt worden, aber jene sogenannten neuen Sterne ind unsichtbar geblieben. Uebrigens mögen dessenungeachtet Erscheinungen dieser Art unter den kleineren und seltener beobachteten Fixsternen öfter vorkommen, aber von uns unbemerkt vorübergehn. In der That kann man auch mehrere dieser Sterne, die unsere Vorgänger in ihren Katalogen bemerkt haben, jetzt nicht mehr am Himmel finden. Manche dieser Lücken mögen wohl ihren Ursprung in Fehlern der Beobachtungen, in Schreib- oder Rechnungsfehlern und dergleichen Dingen haben, aber es ist doch mindestens nicht wahrscheinlich, daſs *alle* diese vermiſsten Sterne nur aus diesem Grunde erklärt werden sollten. Jene groſsen, hellleuchtenden und von den ersten Astronomen ihrer Zeit beobachteten neuen Sterne aber können offenbar keinen weitern Zweifeln über

ihre Existenz und ihre bald darauf erfolgte Verschwin
bloſsgestellt werden.

F. Veränderliche Sterne.

Noch giebt es mehrere andere Fixsterne, die einer s
oftmals beobachteten periodischen Abwechselung ihres Li
unterworfen sind und die man daher *veränderliche Stern*
nannt hat. Die II. und III. Columne der folgenden
enthalten die Rectascension und Poldistanz der vorzüglic
von ihnen für den Anfang des gegenwärtigen Jahrhund
unter IV. sieht man die *Periode* oder die Zeit, in we
jeder dieser Sterne alle seine verschiedenen Lichtphasen d
wandelt und z. B. wieder zu seinem gröſsten oder zu se
kleinsten Lichte zurückkehrt; die beiden letzten Colun
V. und VI. endlich geben die scheinbare Gröſse dieser St
zur Zeit ihres stärksten und schwächsten Lichtes.

Namen der Sterne	Recta-scension 1800	Poldi-stanz 1800	Periode	Phasen	
				Gröſste	Klei
o Ceti	32° 19′	93° 53′	331,96 Tage	II	0
β Persei	43 48	49 49	2,87	II	IV
Leonis maj.	144 12	77 39	311,4	V	X
Virginis	187 5	81 55	145,5	VI	0
Hydrae	199 42	112 15	494	III	0
Serpentis	218 4	74 57	353	VIII	0
Coronae bor.	235 5	61 13	335	VI	0
Serpentis	235 22	74 15	340	V	0
α Herculis	256 23	76 23	60	III	IV
Scuti Sobies.	279 12	94 54	61	V	V
β Lyrae	280 41	56 51	6,4	III	V
η Antinoi	295 34	89 30	7,2	IV	V
Cygni	294 43	57 35	407,5	IV	0
δ Cephei	335 26	32 36	5,4	III	IV
Aquarii	353 32	106 23	382,5	VI	0

Der erste dieser Sterne, *o* im Wallfisch oder der sogenannte
ra Ceti, wie ihn HEVEL zuerst geheiſsen hat, wurde als
veränderlicher Stern von DAVID FABRICIUS im J. 1596
deckt. Er zeigt unter allen die stärksten Lichtwechsel, d
von einem Sterne der II. Gröſse bis zum völligen Verschwin

Digitized by Google

nes Lichts abnimmt. In den neuesten Zeiten hat Wurm die Lichtperiode dieses Sterns mit grofser Genauigkeit aus vielen Beobachtungen desselben zu 331,96 Tagen bestimmt und auch eigene Tafeln für seine Erscheinungen gegeben. Im J. 1838 hatte er sein stärkstes Licht am 23. Januar, und wenn man zu dieser Epoche die Zeit von 331 Tagen 23 Stunden mehrmals addirt, so erhält man die Zeiten seines gröfsten Lichts für die folgenden Jahre. Dabei ist noch merkwürdig, dafs die Abnahme seines Lichtes viel schneller erfolgt, als die Zunahme desselben. Wenn er, seinem gröfsten Lichte zugehend, einmal die VI. Gröfse erreicht hat, so wächst er von da bis zur II. Gröfse durch 40 Tage, bleibt dann 26 weitere Tage in diesem seinen gröfsten Lichte und nimmt dann durch 66 Tage wieder bis zur VI. Gröfse ab, so dafs er also während 132 Tagen gröfser und während der übrigen 200 Tage kleiner ist, als ein Stern der VI. Gröfse. Zur Zeit seines kleinsten Lichtes ist er meistens, selbst durch bessere Fernröhre, unsichtbar.

Der zweite Stern unserer Tafel, β Persei, ist unter dem Namen *Algol* bekannt. Er steht in dem Medusenkopfe des Perseus und hat bei seinem hellsten Lichte die II. Gröfse, so wie α Persei nahe über ihm. Seine Lichtwechsel sind von einer Art, die man bei keinem andern veränderlichen Sterne bemerkt. Durch 61 Stunden sieht man ihn sein gröfstes Licht, als Stern der II. Gröfse, beibehalten, dann aber fängt er plötzlich an schwächer zu werden und schon in den 4 nächsten Stunden ist er zu einem Sterne der IV. Gröfse herabgesunken. In diesem Zustande verweilt er nahe eine Viertelstunde ohne merkliche Veränderung, aber in den nächsten 4 St. 40 Min. nimmt er wieder schnell bis zur II. Gröfse zu, verweilt in diesem Zustande wieder 61 Stunden und beginnt dann die eben erzählten Erscheinungen in derselben Ordnung. Auch von ihm hat Wurm eine Tafel gegeben, durch die man die Lichtphasen dieses Sterns für jede willkürliche Zeit durch eine einfache Rechnung bestimmen kann[1]. Der oben erwähnte Goodricke hat im J. 1783 die merkwürdige Veränderlichkeit dieses Sterns entdeckt. Man kann noch als eine besondere Eigenthümlichkeit desselben be-

1 S. Astronomisches Jahrbuch für 1801, 1804, 1822.

Digitized by Google

merken, dafs sein Licht während aller Phasen desselben g zend weifs erscheint, während das aller andern veränderli Sterne röthlich ist.

Der dritte veränderliche Stern, im Löwen, wurde i 1780 von Koch entdeckt. Die Zunahme seines Lichtes da 85, die Abnahme aber 140 Tage. Auch bei dem folgen Sterne, in der Jungfrau, den Harding entdeckte, ist die der Zunahme seines Lichtes viel kürzer, als die der Abnah Den Stern in der Hydra entdeckte Montanari im J. 16 die zwei in der Schlange aber wurden 1828 von Hard und der in der Krone 1782 von Pigott gefunden. Der le zeigt sonderbare Anomalieen in seinem Lichtwechsel, da oft mehrere Jahre ganz unveränderlich scheint, dann aber w der seine Gestalt von der VI. Gröfse bis zum Verschwin sehr deutlich ändert. Der Doppelstern α Herculis wurde 1 von dem ältern Herschel entdeckt. Die Zunahme seines Li tes dauert 22, die Abnahme aber nahe 39 Tage. Den St im Sobieski'schen Schilde und η Antinoi entdeckte Pig 1784 und 1795; β Lyrae und δ Cephei wurden 1 von Goodricke, der im Schwan 1686 von Kirch, wie endlich der im Wassermann 1811 von Harding gef den. Ohne Zweifel giebt es noch viele ähnliche veränderli Sterne, und die Astronomen scheinen ihnen bisher noch ni diejenige Aufmerksamkeit geschenkt zu haben, die so merkw dige und auffallende Gegenstände wohl verdienen. Mit Ausnah des Algol ist das Licht aller der oben erwähnten verände chen Sterne röthlich, gleich nach ihrem gröfsten Glanze wöhnlich dunkel- oder kupferroth; beinahe bei allen ist Zeit der Zunahme des Lichts ungleich kürzer, als die der A nahme desselben, und die kleinste Lichtphase dauert auch allen viel länger, als die gröfste. Der Seltenheit und n mehr der Gerechtigkeit gemäfs mufs noch bemerkt w den, dafs die Entdeckung des Algol als veränderlich Sterns zwar, wie gesagt, von Goodricke im J. 1783, all nahe zu derselben Zeit auch von dem astronomischen Ba Palitsch bei Dresden gemacht worden ist, demselben, auch im J. 1759 den Halley'schen Kometen einen ganzen M nat früher, als alle Astronomen Europa's, gesehn hat. Er w wie der jüngere Herschel mit Recht sagt, *a peasant station, an astronomer by nature.*

Ueber den eigentlichen Grund des wunderbaren Lichtwechsels hat man verschiedene Meinungen aufgestellt, die wir hier, ohne über ihren verhältnissmässigen Werth entscheiden zu wollen, kurz zusammenstellen. Einige glauben, dass diese Sterne, gleich unserer Sonne, eine Rotation um ihre Axe haben, aber an einer ihrer Seiten lichtlos oder doch mit mehrern dunklen Flecken bedeckt sind. Andere lassen grosse, dunkle Planeten um diese Sonnen gehn, die uns das Licht derselben rauben, wenn sie zwischen uns und ihren Centralkörper treten. Wieder andere nehmen den Bau dieser Sonnen linsenförmig an, wo sie dann, wenn sie uns ihre scharfe Kante zuwenden, in ihrer kleinsten Lichtphase erscheinen. Auch wollte man diese sonderbaren Erscheinungen in atmosphärischen Erzeugnissen dieser Körper, in wolkenähnlichen Gebilden u. dgl. suchen, denen unserer Sonnenflecken ähnlich, und was der hierüber geäusserten Meinungen mehr seyn mögen. Es ist aber auch möglich, dass diese Erscheinungen eine weniger mechanische Ursache haben und dass die veränderlichen Sterne ihren Lichtwechsel einem periodisch wiederkehrenden Anspannen und Nachlassen jener Naturkraft verdanken, durch welche das ihnen eigenthümliche Selbstleuchten erzeugt wird.

G. Veränderungen an den Nebelmassen des Himmels.

Noch viel weniger sind uns diejenigen Veränderungen bekannt, welche an den vielen Nebelmassen (*Nebelflecken*) des Himmels statt haben, obschon diese, vielleicht in ihrer ersten Ausbildung begriffenen Körper mehr Stoff zu solchen Aenderungen geben können, als alle andere Körper des Himmels. Der Grund dieses Mangels unserer Kenntnisse liegt in dem Umstande, dass uns diese wunderbaren Gebilde des Himmels erst seit Kurzem durch den ältern Herschel vorgeführt worden sind, dass zu ihrer Beobachtung meistens nur die vorzüglichsten Teleskope, die nicht Jedermanns Sache seyn können, geeignet sind, und dass es endlich bei so schwer zu sehenden und bei so schwach begrenzten Körpern, von denen wir keine früheren genauen Zeichnungen haben, beinahe unmöglich ist, geringe Veränderungen, die sie mit der Zeit in ihrer Gestalt angenommen haben, mit Sicherheit anzugeben.

Am meisten ist uns in dieser Beziehung noch der gr und merkwürdige Nebel im Schwertgehenke Orions (Rect $5^h\ 27'$ und Poldistanz $95°\ 30'$) bekannt geworden. Er w zuerst von Huyghens im J. 1659 beschrieben und abgebil später haben Derham, Godin, Mairan, Picard, Legen und Messier Beschreibungen oder Zeichnungen dieses Ne geliefert. In den neuern Zeiten haben sich Schröter und jüngere Herschel mit diesen wunderbaren Gegenständen v zugsweise beschäftigt, und der Letztere besonders hat in den M of the astron. Society zu London eine Zeichnung dessel gegeben, die alle anderen an Genauigkeit der Ausführung v hinter sich zurückläſst. Wir bemerken hier nur das, auf fortgehende Veränderungen in diesem Nebel zu deu scheint. Der hellste Theil desselben scheint nicht sowohl einem stetigen hellen Lichte zu glänzen, als vielmehr in weglichen Flammen aufzulodern. Das sogenannte *Trapez* diesem Nebel ist ein fast regelmäſsiges Viereck, das von v Sternen gebildet wird, deren einer, ϑ Orionis, der IV., die d andern aber der VI., VII. und VIII. Gröſse sind. Die *Trapez* ist von einem sehr hellen Theile jenes groſsen Neb umgeben, der aber nicht bis zu diesen Sternen selbst vordrin sondern sich vielmehr von denselben auf allen Seiten zurü zuziehn scheint, so daſs dieses Trapez selbst in seinen näc sten Grenzen von einem dunklen Rahmen eingeschlossen wi In diesem Trapeze hat man vor einigen Jahren einen klein feinen Stern entdeckt, der aber seitdem beträchtlich gewac sen zu seyn scheint, da er jetzt in guten Fernröhren se leicht gesehn wird, während er früher gewiſs unsichtbar w weil kein Astronom denselben erwähnt, obschon ohne Zwei alle diesen merkwürdigen Nebel und in ihm dieses auffallen Trapez wiederholt und aufmerksam betrachtet haben. W nige Jahre später sah der jüngere Herschel noch einen sec ten, sehr kleinen Stern in diesem Trapeze, der von ϑ Ori nis nur 5 oder 6 Secunden entfernt ist. An der Südgren der sogenannten *Huyghens'schen Region* dieses Nebels bemer man drei nahe stehende feine Sternchen, nahe bei einem se dunklen Theile des Nebels, die aber, den frühern Beobachtun gen zufolge, ehedem noch ganz in diesem dunklen Nebel g legen waren, so daſs sich also der dunkle Nebel von diesen dr Sternen ganz ebenso, wie von denen des erwähnten Trapeze

allmälig zurückzuziehn scheint. Auch sah SCHRÖTER in dem dunkelsten Theile des ganzen Nebels häufig feine Sternchen schimmern, und ein anderes Mal bemerkte er in demselben einen hellen pyramidalischen Lichtnebel, der aber schon in wenigen Tagen wieder für immer verschwand.

Im Jahre 1800 sah SCHRÖTER eine grofse helle Lichtkugel auf einer Stelle, wo er doch früher durchaus nichts dieser Art gefunden hatte, und auch diese Erscheinung war schon nach einigen Tagen wieder verschwunden. Wenn diese Beobachtungen gegründet sind, welche Veränderungen müssen in jener Nebelmasse vor sich gehn, da sie uns, in einer so ungeheuern Entfernung von ihr, doch noch so bedeutend erscheinen!

Da es höchst wahrscheinlich ist, dafs diese wunderbaren Gebilde des Himmels noch im Zustande der Ausbildung stehn und dafs sich aus ihnen in der Folge der Zeiten erst eigentliche Sternwesen entwickeln werden, welche Veränderungen müssen mit ihnen vorgegangen seyn, und welchen Metamorphosen werden sie noch unterliegen, bis sie endlich zu der Form und Ausbildung gelangen, zu der sie von der Natur bestimmt sind! Wahrscheinlich werden aber zu dieser Entwickelung aus dem ersten chaotischen Nebel bis zu der gereiften Sonne viele Millionen von Jahren erforderlich seyn, und unsere Beobachtungen derselben sind noch nicht einmal ein einziges Jahrhundert alt geworden. Welche Ansprüche wollen wir da auf Kenntnisse solcher Art machen? Wie aber ein aufmerksamer Beobachter, wenn er einen Garten betritt, in welchem er Tausende von Pflanzen jeder Art und jedes Alters mit *allen* Abstufungen ihres Wuchses mit einem Blicke übersieht, wie er daraus, ohne eben jede einzelne dieser Pflanzen von ihrer Entstehung an bis zu ihrem Untergange verfolgt zu haben, doch schon die allmäligen Entwickelungen derselben erkennen und übersehn kann, ebenso werden auch wir, wenn wir den endlosen Garten des Himmels und die unzählbaren Gewächse desselben auf allen Stufen ihrer Entwickelungen erblicken, aus dieser Mannigfaltigkeit selbst ein Bild von dem allmäligen Wachsthume jener Körper entwerfen können. Auf welche Weise aber diese Entwickelung vor sich geht und durch welche Kraft sie bewirkt wird, das wissen wir nicht von den Körpern unserer Erde, wir wissen es von uns

selbst nicht, wie sollten wir es von jenen so weit entfern und uns in allen Beziehungen so fremden Körpern des Hi mels ergründen wollen! Ohne den dichten Schleier zu dur dringen, welchen die Mutter aller Dinge vor die beiden fsersten finstern Kammern ihrer Werkstätte gezogen hat, denen sie die Geburt und den Tod ihrer Geschöpfe berei wollen wir uns begnügen, die Stufenfolgen zwischen je beiden äufsersten Endpuncten des Lebens aller Wesen, Erde und des Himmels, mit unsern Augen zu erkennen. U sere Fernröhre haben uns jenen weitverbreiteten chaotisc Urnebel gezeigt, der sich oft über viele Grade des Himm beinahe gestaltlos dahin zieht. Aus ihm entwickeln sich mehrern Stellen, wahrscheinlich durch die Attraction der dem weiten Nebel enthaltenen Massen, einzelne überwieger Theile, deren Gestalt zwar auch noch unbestimmt, de Licht aber schon kräftiger ist. Dort scheinen sich diese h leren Stellen schon mehr aufgeklärt, von ihrem primitiv Stamme losgerissen und zu eignen, selbstständigen Körpe entwickelt zu haben, die aber noch immer die ursprünglic Nebelnatur an sich tragen und gewöhnlich als kleinere, sch schärfer begrenzte, hellere Nebel, unsern Schäferwölkchen glei zu ganzen Lagern an ihrer ehemaligen Geburtsstätte steh Weiterhin finden wir diese bereits isolirten Nebel noch kle ner, von ihren Nachbarn bereits durch gröfsere Zwischenräu getrennt und gegen ihren Mittelpunct allmälig an Helle z nehmend. Wieder andere, schon Millionen Jahre ältere N bel haben sich bereits zu einer Kugelgestalt abgerundet, Nebelkugeln, deren dichterer hellerer Mittelpunct sich allmäl dem Sternlichte nähert, aber doch noch von einer dicht Nebelhülle umgeben ist. In jenen andern ist diese Hülle v dem stärkern Centralpuncte bereits gröfstentheils absorbirt wo den und der künftige Stern tritt schon rein und hell aus de Reste seines Urstoffs hervor. Oft sieht man auch aus de ehemaligen Nebel zwei oder auch mehrere solcher vorherrsche den Stellen heraustreten, die hier noch in ihre Hülle tief ei gewickelt, dort aber, wo sie dieselbe bereits grofsenthei aufgezehrt und in sich aufgenommen haben, nur noch durc ein schwaches Nebelbild unter einander verbunden sind od dasselbe in der Gestalt eines Schweifes, gleich einem Kome ten, nach sich ziehn, bis endlich nach andern Millionen vo

Jahren auch diese letzten Reste des frühern Zustandes verschwunden sind und der neue Stern als eigentliche Sonne im reinen, strahlenden Lichte am Himmel prangt.

Uebrigens sind alle diese Gegenstände, so erhaben sie auch an sich selbst seyn mögen, zu weit aufser dem Bereiche aller unserer eigentlichen Beobachtung, daher wir sie auch in diesem Werke, welches nicht den Spielen der Phantasie, sondern nur unseren positiven Kenntnissen von der Natur gewidmet ist, nicht weiter verfolgen wollen.

L.

Verbindungen, chemische.

Compositiones chemicae; Combinaisons chimiques; *chemical combinations.* Die durch Affinität bewirkten Verbindungen ungleichartiger Stoffe zu gleichartigen Ganzen. S. *Verwandtschaft.*

G.

Verbindungen, organische.

Compositiones organicae; matières organiques; *organic compounds.* Die chemischen Verbindungen der einfachen Stoffe lassen sich in *unorganische* und *organische* eintheilen; beide enthalten dieselben Elemente, aber die Art, wie diese vereinigt sind, ist eine verschiedene. Es ist zwar noch nicht gelungen, zwischen beiden Classen von Verbindungen eine scharfe Grenzlinie zu ziehen, doch dienen zu ihrer Unterscheidung vorzüglich folgende Anhaltpuncte.

1) Die unorganischen Verbindungen sind vorzugsweise im Mineralreiche, die organischen in den Pflanzen und Thieren zu Hause. Jedoch finden sich im Mineralreiche auch viele organische Verbindungen, wie Steinkohle, Bernstein u. s. w., und in den Pflanzen und Thieren unorganische, zum Theil in großer Menge, wie Wasser, unorganische Salze u. s. w.

2) Die organischen Verbindungen werden fast blofs durch die lebenden Pflanzen und Thiere erzeugt, die unorganischen

bilden sich auch in der sogenannten todten Natur und daher auch künstlich darstellbar. Allein es ist in neueren ten geglückt, auch einige organische Verbindungen, wie K säure, Harnstoff, Moder u. a., durch die Kunst zu erzeu so wie man fast jede gegebene organische Verbindung in oder mehrere andere überzuführen vermag.

3) Die unorganischen Verbindungen können als bi betrachtet werden, die organischen als ternäre, quaternäre, näre u. s. w., indem man annimmt, in den ersteren seyen mer nur 2 Bestandtheile, dagegen in letzteren 3, 4, 5 mehrere Bestandtheile unmittelbar mit einander vereinigt, o zuvor binäre Verbindungen eingegangen zu haben. Allerdi halten viele unorganische Verbindungen mehr als 2 Eleme aber dennoch läfst sich an einem Beispiele leicht zeigen, sie als binäre Verbindungen angesehn werden können. krystallisirte schwefelsaure Natron hält 4 Elemente, näml Natrium, Schwefel, Sauerstoff und Wasserstoff; es ist a eine binäre Verbindung von trocknem schwefelsaurem Nat und Krystallwasser; letzteres ist eine binäre Verbindung v Wasserstoff und Sauerstoff, ersteres von Schwefelsäure u Natron, die auch wieder binäre Verbindungen von Schwe und Sauerstoff und von Natrium und Sauerstoff sind. And verhält es sich mit den organischen Verbindungen. So b steht z. B. die für sich möglichst getrocknete Kleesäure aus Atomen Kohlenstoff, 1 Wasserstoff und 4 Sauerstoff. Die Verhältnisse sind zwar von der Art, dafs man die Kleesäu als eine binäre Verbindung von 2 Atomen Kohlensäure und Wasserstoff oder von 2 Atomen Kohlenoxyd und 1 Wasse stoffhyperoxyd betrachten könnte; allein sowohl die Unmög lichkeit, die Kleesäure aus den hier vorausgesetzten Bestand theilen zusammenzusetzen, als auch die Möglichkeit, hinsich lich einer solchen binären Zusammensetzung sehr viele An sichten aufzustellen, von welchen die eine oft nicht me Wahrscheinlichkeit hat, als die andere, sprechen für die An nahme, dafs sämmtliche Elemente sich unmittelbar zu ein organischen Verbindung vereinigen, die zwar bei verschiede nen Zersetzungen in binäre Verbindungen zerfallen kann ohne dafs man jedoch deren Präexistenz in der organische Verbindung anzunehmen hat. Aber auch diese Unterscheidung der unorganischen und organischen Verbindungen kann nich

mehr ganz genügen, seitdem es sich gezeigt hat, dafs viele Körper, die in allen übrigen Beziehungen als organische zu betrachten sind, namentlich viele flüchtige Oele, blofs aus 2 Elementen, dem Kohlenstoff und Wasserstoff, bestehn.

4) Die unorganischen Säuren sind Verbindungen von Sauerstoff oder von Wasserstoff mit einem einfachen *Säureradical;* so ist in der Schwefelsäure der Schwefel, in der Salzsäure das Chlor das Säureradical. Betrachtet man die organischen Säuren ebenfalls als Verbindungen von Sauerstoff oder Wasserstoff mit einem Säureradical, so findet es sich, dafs dieses zusammengesetzt ist. So läfst sich die Kleesäure betrachten als eine Wasserstoffsäure, im welcher 1 Atom Wasserstoff mit einem Radical verbunden ist, das aus 2 Atomen Kohlenstoff und 4 Sauerstoff besteht. Etwas Aehnliches liefse sich bei den übrigen organischen Säuren annehmen, und auch die Blausäure wäre hiernach zu den organischen Säuren zu zählen, deren Radical, das Cyan, aus Stickstoff und Kohlenstoff besteht. Auf gleiche Weise lassen sich die unorganischen und organischen Salzbasen unterscheiden; in erstern, blofs das Ammoniak ausgenommen, haben wir immer eine Verbindung von Sauerstoff mit einem einfachen Radical, einem Metall, in letztern wird eine Verbindung des Sauerstoffs mit einem aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzten Radical anzunehmen seyn. Gelänge es, diese Ansicht auf alle organische Verbindungen auszudehnen, so begriffe die unorganische Chemie die einfachen Radicale und deren Verbindungen, die organische die zusammengesetzten Radicale und deren Verbindungen.

Die Elemente, welche die organischen Verbindungen zusammensetzen, sind vorzüglich: Kohlenstoff,-Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Von ihnen ist der Kohlenstoff das wesentlichste, da er das einzige Element ist, welches in keiner Verbindung fehlt, die man als organisch betrachten könnte. Er bildet mit Stickstoff das Cyan und Mellon, die nach der unter 4 entwickelten Ansicht als organisch anzusehn sind, und mit Wasserstoff mehrere flüchtige Oele. Die meisten ternären organischen Verbindungen bestehn aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die quaternären halten aufserdem noch Stickstoff, aber noch viele andere Elemente finden sich in theils natürlich vorkommenden, theils künstlich umgewan-

delten organischen Verbindungen, z. B. Chlor, Brom, Schwefel, Phosphor und Metalle, welche Elemente den Wasserstoff, bald den Sauerstoff vertreten. So be der Aether aus 4 C, 5 H, 1 O[1], die Salznaphtha 4 C, 5 H, 1 Cl., und während die getrocknete Klees 2 C, 1 H und 4 O hält, so hält der sogenannte getr nete kleesaure Kalk 2 C, 1 Ca und 4 O, also ist in Salznaphtha der O des Aethers durch Chlor vertreten un dem trocknen kleesauren Kalke der Wasserstoff der Klee durch Calcium.

Sehr viele organische Verbindungen, die sich in i Eigenschaften wesentlich unterscheiden, sind aus denselben menten und nach demselben Verhältnisse zusammengesetzt. halten z. B. Paraffin, Rosencampher, Ceten, Wachsöl, W öl und einige andere Verbindungen 6 Theile Kohlenstoff 1 Wasserstoff. Diese auffallende Erscheinung ist theils aus *Isomerie*, theils und vorzüglich aus der *Polymerie* zu klären[2].

Die Affinität, durch welche die Elemente zu organis Verbindungen vereinigt sind, ist geringer, als diejenige, möge welcher unorganische Verbindungen entstehn; daher erstere sehr geneigt sich zu zersetzen. Die wichtigsten Z setzungen derselben sind folgende.

1) Die *freiwillige Zersetzung*, wohin die verschiede Gährungs- und Fäulnifs-Processe gehören, erfolgt bei wöhnlicher Temperatur und bei Gegenwart von Luft und W ser. Hierbei nehmen die organischen Verbindungen meis Sauerstoff aus der Luft auf und verwandeln sich theils in

---

1 Bei diesen Zahlen und Zeichen, die in diesem Artikel öf vorkommen, ist Folgendes zu Grunde gelegt, was im Artikel *wandtschaft* ausführlicher auseinandergesetzt ist. Wenn man annin 1 Atom H, d. h. Wasserstoff, wiege 1, so wiegt 1 Atom C, d Kohlenstoff, 6; 1 At. O, d. h. Sauerstoff, 8; 1 At. N, d. h. St stoff, 14; 1 At. Cl., d. h. Chlor, 35,5; 1 At. Br., d. h. Brom, 7 1 At. J., d. h. Iod 126,0 und 1 At. S, d. h. Schwefel, 16. Der Ae besteht hiernach aus 4.6 = 24 Theilen Kohlenstoff, 5.1 = 5 The Wasserstoff und 1.8 = 8 Theilen Sauerstoff, und die Salznap aus 24 Theilen Kohlenstoff, 5 Theilen Wasserstoff und 35,5 The Chlor.

2 S. Art. *Verwandtschaft*.

dere organische Verbindungen, theils in unorganische Verbindungen und Elemente, wie Wasser, Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Ammoniak, Salpetersäure, Stickgas, Wasserstoffgas u. s. w. Frostkälte, Austrocknung, Abhaltung der Luft und Zusatz verschiedener Stoffe, mit welchen die organischen Körper dauerhaftere Verbindungen eingehn, hindern diese Selbstentmischung.

2) Die *trockene Destillation*, d. h. Erhitzung derjenigen organischen Körper, welche nicht bei niederer Temperatur verdampfen, bei abgehaltener Luft, zersetzt sie theils in neue organische Verbindungen, wie brenzliches Oel, Essigsäure u. s. w., theils in unorganische Verbindungen und einfache Stoffe, wie Wasser, Ammoniak, Kohlenoxyd -, kohlensaures, Kohlenwasserstoff -, ölerzeugendes, Stick - und Wasserstoffgas, und es bleibt ein grofser Theil des Kohlenstoffes in Gestalt von Kohle zurück.

3) Fast alle organische Verbindungen verbrennen beim Erhitzen an der Luft unter Feuerentwicklung, weil der in ihnen enthaltene Sauerstoff niemals hinreicht, um allen Kohlenstoff in Kohlensäure und allen Wasserstoff in Wasser zu verwandeln. Geht die Verbrennung vollständig vor sich, so lösen sie sich dabei in Kohlensäure und Wasser und, wofern sie Stickstoff enthalten, in Stickgas auf und die ihnen beigemengt gewesenen unorganischen Stoffe bleiben als Asche zurück.

4) Chlor, Brom und Iod zersetzen die meisten organischen Verbindungen, oft schon bei gewöhnlicher Temperatur, durch ihre grofse Affinität zum Wasserstoff, den sie denselben entziehn.

5) Salpetersäure zersetzt sie vorzüglich durch Abtreten von Sauerstoff an den Kohlenstoff und Wasserstoff, was oft unter starker Wärme- und selbst Feuerentwicklung erfolgt; es entstehn hierbei vorzüglich Salpetergas, kohlensaures Gas, Wasser, Blausäure, Essigsäure und Kleesäure.

6) Concentrirte Schwefelsäure erzeugt vermöge ihrer grofsen Affinität zu Wasser und Ammoniak diese aus den Bestandtheilen der organischen Verbindung, wodurch dieselbe relativ kohlenstoffreicher und dunkler gefärbt wird, und erzeugt auch durch Abtreten von Sauerstoff an den Kohlenstoff der Verbindung Kohlensäure und schweflige Säure. Die

Phosphor-, Salz- und Flufssäure wirken auch vorzüglich d
Bildung von Wasser und Ammoniak zersetzend.

Die organischen Verbindungen lassen sich in stick
freie und stickstoffhaltende abtheilen. Da erstere den g
ten Theil der Pflanzen, letztere der Thiere bilden, so he
erstere oft *vegetabilische* Stoffe, letztere *animalische*,
wohl die Pflanzen auch stickstoffhaltige Stoffe enthalten,
Kleber, und die Thiere stickstofffreie, wie Fett. Es folgt
eine kurze Uebersicht der wichtigsten organischen Verbin
gen, mit Angabe ihrer stöchiometrischen Zusammensetzu
dem Zustande, wie sie durch möglichst starkes Austroc
für sich erhalten werden.

A. Stickstofffreie organische Verbindun

a) Stickstofffreie organische Säuren.

1) *Kleesäure* (2C, 1H, 4O); die stärkste organ
Säure, von äufserst saurem Geschmack, in gröfserer Dosis
tig. Sublimirt sich in der Hitze zum Theil unzersetzt in
losen Nadeln, zerfällt dabei zum Theil in Kohlenoxyd,
lensäure, Wasser und Ameisensäure. Entwickelt beim
hitzen mit Vitriolöl, welches Wasser aufnimmt, gleiche M
Kohlenoxyd- und kohlensaures Gas. Krystallisirt aus
wässerigen Lösung in wasserhaltenden geraden rhomboidis
Säulen. Schlägt den Kalk aus allen neutralen Kalksalzen
mentlich auch aus der Gypslösung nieder. Liefert mit
meisten Salzbasen unlösliche Salze; das *Sauerkleesalz* ist
pelt-kleesaures Kali.

2) *Traubensäure* (4C, 3H, 6O). Sehr sauer; zer
sich beim Erhitzen vollständig, wobei aufser brenzlichem
u. s. w. auch Brenztraubensäure und Brenzweinsäure geb
werden. Krystallisirt mit Wasser in schiefen rhomboidis
Säulen, schlägt aus der Gypslösung den Kalk nieder,
viel langsamer, als Kleesäure.

3) *Weinsäure* (4C, 3H, 6O), also isomer mit T
bensäure. Wasserhelle schiefe rhombische Säulen, sehr s
über 100° schmelzbar, liefert in der Hitze dieselben Prod
wie die Traubensäure, fällt zwar das Kalkwasser, aber, g
allen übrigen nachfolgenden Säuren, nicht den schwefelsa

Kalk. Der *Weinstein* ist doppelt-weinsaures Kali, das *Seignettesalz* ist weinsaures Natron-Kali, der *Brechweinstein* ist weinsaures Antimonoxyd-Kali.

4) *Schleimsäure* (6 C, 5 H, 8 O). Krystallinisch-körnig, von schwachsaurem Geschmack, liefert bei der trocknen Destillation Brenzschleimsäure, löst sich in 60 kochendem Wasser, bildet meistens unlösliche Salze; fällt das Kalkwasser und den salzsauren Kalk.

5) *Citronensäure*, die nicht verwitternde krystallisirte (4 C, 3 H, 5 O). Sehr sauer; liefert bei der trocknen Destillation Brenzcitronensäure; leicht in Wasser löslich, trübt das Kalkwasser bloſs in der Wärme.

6) *Aepfelsäure*. Mit der Citronensäure isomer; sehr sauer, schwierig krystallisirend, sehr zerflieſslich, liefert in der Hitze Brenzäpfelsäure, trübt Kalkwasser auch in der Wärme nicht, giebt mit Bleioxyd ein in heiſsem Wasser lösliches, in feinen Nadeln krystallisirendes Salz, während die Verbindungen des Bleioxyds mit allen zuvor betrachteten Säuren nicht in Wasser löslich sind.

7) *Chinasäure* (15 C, 10 H, 10 O). Krystallinisch, sehr sauer, leicht in Wasser löslich, erzeugt bei der trocknen Destillation Brenzchinasäure, bildet mit sämmtlichen Salzbasen leicht in Wasser lösliche Salze.

8) *Ameisensäure* (2 C, 2 H, 4 O). Wasserhelle Flüssigkeit von ätzend saurem Geruch und Geschmack, unzersetzt verdampfbar, beim Erhitzen mit Vitriolöl in Wasser und Kohlenoxydgas und beim Erhitzen mit wässerigem salpetersaurem Quecksilberoxydul unter Fällung von metallischem Quecksilber in Wasser und Kohlensäure zerfallend, mit Wasser in jedem Verhältnisse mischbar und nur lösliche Salze bildend.

9) *Essigsäure* (4 C, 4 H, 4 O). Krystallisirt im concentrirtesten Zustande als *Eisessig* unter 15° in wasserhellen Tafeln, erscheint bei höherer Temperatur als wasserhelle Flüssigkeit von 1,063 spec. Gewicht, siedet bei 119° und verdampft unzersetzt, riecht und schmeckt sehr sauer. Mischt sich mit Wasser nach jedem Verhältnisse (der Essig ist als verdünnte Essigsäure zu betrachten). Liefert mit Salzbasen lauter in Wasser lösliche Salze, welche mit verdünnter Schwefelsäure den Geruch nach Essigsäure entwickeln, das salzsaure Eisenoxyd gelbroth färben und mit salpetersaurem Queck-

silberoxydul und Silberoxyd einen weifsen, perlglänzen schuppigen Niederschlag geben. Die gebräuchlichsten S sind das wässerige essigsaure Ammoniak (*Spiritus Minder*, das essigsaure Kali, durch grofse Zerfliefslichkeit ausgeze net (*Terra foliata tartari*), das einfach-essigsaure Bleio durch Löslichkeit in Weingeist vom ameisensauren Bleioyd terschieden (*Bleizucker*), das wässerige drittel-essigsaure I oxyd (*Bleiessig*), das einfach-essigsaure Kupferoxyd (*kry lisirter Grünspan*) und das basisch-essigsaure Kupferoxyd meiner Grünspan).

10) *Milchsäure* (6 C, 6 H, 6 O). Farbloser, geruc ser, sehr saurer Syrup, liefert bei der trocknen Desti tion aufser den gewöhnlichen Producten ein weifses Subli (6 C, 4 H, 4 O), wenig in Wasser löslich, aber bei länge Kochen mit Wasser wieder in Milchsäure übergehend. zeugt ebenfalls lauter in Wasser lösliche Salze.

11) *Meconsäure* (7 C, 2 H, 7 O). Krystallisirt mit W ser in farblosen Schuppen; geruchlos, von mäfsig saurem bitterlichem Geschmacke. Löst sich leicht in Wasser, ert Eisenoxydsalzen eine lebhaft rothe Farbe; bildet mit meh ren Salzbasen schwer in Wasser lösliche Salze. Beim hitzen für sich schmilzt sie und liefert ein Sublimat *Brenzmeconsäure* (10 C, 4 H, 6 O); beim Kochen Wasser verwandelt sie sich unter Entwickelung von Kohl säure in *Metameconsäure* (12 C, 4 H, 10 O), welche be Säuren ebenfalls die Eisenoxydsalze röthen.

12) *Gallussäure* (7 C, 3 H, 5 O). Farblose Nadeln, v schwach saurem und herbem Geschmacke; zieht, mit wässeri Alkalien gemischt, aus der Luft Sauerstoff an und zers sich in Humin mit erst rother oder grünblauer, dann brau Färbung; löst sich in 20 kaltem Wasser; giebt mit Erd und schweren Metalloxyden unlösliche Verbindungen, schl mehrere der letztern aus ihren Auflösungen in andern Säur mit eigenthümlichen Farben nieder und fällt namentli Eisenoxydsalze blauschwarz. Schmilzt beim Erhitzen u zerfällt bei 210° in Kohlensäure und sich in zarten weifs Blättchen sublimirende *Brenzgallussäure* (6 C, 3 H, 3 O während sie, bis über 240° erhitzt, unter Entwicklung v Kohlensäure und Wasser in eine braune, geschmacklose, nic

in Wasser, aber mit brauner Farbe in Alkalien lösliche Säure, die *Metagallussäure* (6 C, 2 H, 2 O), umgewandelt wird.

13) Die *Brenzweinsäure* (5 C, 4 H, 4 O), *Brenztraubensäure* (6 C, 4 H, 6 O) (?), *Brenzschleimsäure* (10 C, 4 H, 6 O), *Brenzcitronensäure* (5 C, 3 H, 4 O) (?), *Brenzäpfelsäure* (4 C, 2 H, 4 O) und *Brenzchinasäure* erscheinen, mit Ausnahme der Brenztraubensäure, welche sich als ein Syrup darstellt, in farblosen Krystallen von mäſsig saurem Geschmack und sind alle unzersetzt verdampfbar.

14) *Bernsteinsäure* (4 C, $2\frac{1}{2}$ H, $3\frac{1}{2}$ O). Wasserhelle schiefe rhombische Säulen, schmelzbar, ohne Zersetzung verdampfbar, schwach sauer, in 24 kaltem Wasser löslich, fällt, an Alkalien gebunden, die Eisenoxydsalze bräunlich gelb.

15) *Benzoesäure* (14 C, 6 H, 4 O). Krystallisirt in weiſsen perlglänzenden Blättchen, schmeckt weniger sauer, als warm, schmilzt leicht, verdampft unzersetzt in zum Husten reizenden Dämpfen, verbrennt mit lebhafter Flamme, läſst sich als eine Verbindung von *Benzoyl* (14 C, 5 H, 2 O) mit Sauerstoff und Krystallwasser betrachten. Zerfällt beim Erhitzen mit überschüssigem Kalk in Kohlensäure, die beim Kalk bleibt, und in übergehendes *Benzin* (12 C, 6 H), ein wasserhelles, in der Kälte krystallisirendes flüchtiges Oel. Löst sich in 200 kaltem Wasser, leichter in Weingeist; verhält sich gegen Eisenoxydsalze wie Bernsteinsäure. Mit ihr ist die *Zimmtsäure* (18 C, 8 H, 4 O) sehr nahe verwandt.

16) Die *Camphersäure* (10 C, 7 H, 3 O) und die *Korksäure* (8 C, 7 H, 4 O) sind krystallinisch, schmelzbar, verdampfbar, sehr wenig sauer, wenig in Wasser, leicht in Weingeist löslich.

17) Bei der Verseifung der Fette entstehen theils *fixere Säuren*, in der Kälte krystallinisch, fettig anzufühlen, in höherer Temperatur einem fetten Oele gleichend, Lackmus schwach röthend, gleich Fetten verbrennend, wenig oder nicht in Wasser, leicht in Weingeist und Aether löslich, mit Alkalien seifenartige Verbindungen erzeugend; theils *flüchtigere Säuren*, den flüchtigen Oelen an Consistenz und Verdampfbarkeit ähnlich, von durchdringendem Geruch, wenig sauer, ziemlich gut in Wasser, aber viel besser in Weingeist löslich. Zu den fixeren gehören vorzüglich: *Talgsäure* (35 C, $34\frac{1}{2}$ H, $3\frac{1}{2}$ O), *Margarinsäure* (35 C, 33 H, 4 O) und *Oelsäure* (35 C, 30 H,

$3\frac{1}{2}$ O). Zu den flüchtigern sind zu rechnen: *Delphin* (10 C, 8 H, 4 O), *Buttersäure* (8 C, 6 H, 4 O), *Capronsäure* (10 H, 4 O), *Caprinsäure* (18 C, 15 H, 4 O) und einige dere. Diesen flüchtigern Säuren sind nahe verwandt di türlich vorkommende *Baldriansäure* (10 C, 5 H, 4 O) die *Ulminsäure* (12 C, 6 H, 4 O).

b) Nicht saure stickstofffreie organische V bindungen.

1) *Weingeist, Alkohol* (4 C, 6 H, 2 O). Im w freien oder absoluten Zustande eine wasserhelle dünne sigkeit, von 0,791 spec. Gew. bei 20°, selbst bei — 90° gefrierend, unter dem Luftdruck von 0,76 Meter bei siedend, von starkem Geruch und Geschmack. Zerfällt, eine glühende Röhre geleitet, fast ganz in ein Gemenge Kohlenoxyd-, Kohlenwasserstoff- und Wasserstoffgas. brennt mit blasser, nicht rufsender Flamme, welche, mit S stoffgas angefacht, wie dieses in MARCET's *Gebläse* der Fa einen sehr hohen Hitzegrad zeigt. Gelangt sein mit Lu mengter Dampf an einen glühenden spiralförmigen feinen tindraht, so erfolgt an dessen Oberfläche eine langsame brennung, durch welche der Draht glühend erhalten wird der Weingeist nicht ganz in Wasser und Kohlensäure, dern zum Theil auch in ein Gemisch von Aldehydsäure Ameisensäure verwandelt wird (*Lampe ohne Flamme*). Weingeist mischt sich mit Wasser nach jedem Verhält unter geringer Verdichtung und Wärmeentwicklung, erh durch ein gröfseres spec. Gew. und einen höhern Siede läfst bei starker Kälte einen Theil des Wassers heraus ren und läfst sich von ihm durch Destillation für sich theilweise befreien, durch Destillation über vielem Chlorca vollständig. Setzt man den in einer Thierblase einges senen wässerigen Weingeist der warmen Luft aus, so ve stet durch die Wandungen derselben fast blofs Wasser un Weingeist bleibt endlich in entwässertem Zustande zu Auch im luftleeren Raume neben gebrannten Kalk ge welcher vorzugsweise die Wasserdämpfe verschluckt, wir Weingeist entwässert. Der Weingeist absorbirt die Ga geringerer Menge, als das Wasser, löst sehr wenig Phos

und Schwefel, sehr viel Iod, mischt sich mit den meisten Säuren, löst Kali, Natron, sehr viele Salze, auch mehrere Schwefel-, Iod-, Brom- und Chlor-Metalle, doch gröfstentheils weniger, als das Wasser; solche Lösungen geben in der Kälte bisweilen Krystalle, welche den Weingeist auf ähnliche Weise gebunden enthalten, wie aus Wasser krystallisirte Stoffe das Krystallwasser.

Mischt man Weingeist mit concentrirter Schwefelsäure, was unter starker Wärmeentwicklung erfolgt, so findet sich im Gemisch aufser unveränderter Schwefelsäure eine eigenthümliche Säure, die *Weinschwefelsäure* (4C, 5H, 1O + 2S, 6O), welche mit Wasser einen sauren Syrup darstellt, mit sämmtlichen Salzbasen leicht lösliche Salze erzeugt und bei stärkerem Erhitzen mit Wasser wieder in Weingeist und Schwefelsäure zerfällt. Aehnlich verhält sich die Phosphorsäure.

Beim Erhitzen von Weingeist mit überschüssigem Vitriolöl entwickelt sich vorzüglich ölerzeugendes Gas, *Weinöl* (4C, 4H) und schwefligsaures Gas, unter Verkohlung des Rückstands. Betrëgt dagegen das Vitriolöl nicht viel mehr, als der Weingeist, so zerfällt dieser in Aether und Wasser, welche beide übergehn. Der so erhaltene *Aether* oder *Schwefeläther* (4C, 5H, 1O) ist eine sehr dünne, wasserhelle Flüssigkeit von 0,700 spec. Gewicht, nicht leicht gefrierend, bei [illegible] kochend, von höchst durchdringendem Geruch und Geschmack. Er verbrennt mit lebhafter, nicht leicht rufsender Flamme, liefert bei der unvollkommenen Verbrennung ähnliche Producte, wie der Weingeist, entflammt sich im Chlorgas, wird durch concentrirte Sapetersäure mit Heftigkeit zersetzt und verhält sich beim Erhitzen mit Vitriolöl auf dieselbe Weise, wie Weingeist mit überschüssigem Vitriolöl. Mit Wasser geschüttelt bildet er eine untere Schicht, welche eine Auflösung von 1 Aether in 10 Wasser, und eine obere, welche Aether ist, der ein wenig Wasser enthält. Er löst den Campher und Schwefel etwas reichlicher, als der Weingeist, das Kali und Natron in sehr geringer Menge, und auch die Salze und die Schwefel-, Iod-, Brom- und Chlor-Metalle meistens viel weniger, als der Weingeist. Mit Weingeist mischt er sich nach jedem Verhältnisse.

Leitet man den Aether durch eine glühende Röhre, so entsteht, aufser brennbaren Gasen, vorzüglich das *Aldehyd*

Digitized by Google

(4 C, 4 H, 2 O), eine wasserhelle Flüssigkeit von 0,790 sp Gew., bei 21°,5 siedend, von erstickendem Geruch, blauer Flamme verbrennend, sich allmälig an der Luft *Aldehydsäure* (4 C, 4 H, 3 O), dann in Essigsäure verwandelnd, das Silberoxyd in der Wärme reducirend und mit wärmtem Kali ein braunes Harz erzeugend.

Bei der Destillation des Weingeistes mit Wasserstoffsäuren erhält man häufig solche Aether- oder Naphtha-Arten welche die Zusammensetzung des Schwefeläthers haben, dafs dessen Sauerstoff durch das Radical der Wasserstoffs vertreten wird. So die *Salznaphtha* (4 C, 5 H, 1 Cl.), ausgezeichnet durch ihren niedrigen Siedpunct, schon bei 12° *Hydrobromnaphtha* (4 C, 5 H, 1 Br.) und die *Hydriodnaphtha* (4 C, 5 H, 1 J), die nicht entzündlich ist und ein sp Gewicht von 1,92 besitzt.

Mit der Salpetersäure bildet der Weingeist, aufser and Zersetzungsproducten, die *Salpeternaphtha* (4 C, 5 H, 4 1 N), als Verbindung von Aether mit untersalpetriger Sä zu betrachten, bei 21° siedend. Auch viele organische S ren, wie Kleesäure, Ameisensäure, Essigsäure, Benzoesä u. s. w., bilden mit Weingeist, besonders bei Gegenwart etwas Schwefel oder Salzsäure, Naphthaarten, welche als V bindungen von Aether mit der organischen Säure, wenige Atom Wasser, betrachtet werden können.

Durch Behandeln des Weingeistes mit überschüssig Chlor wird derselbe erst in *schwere Salznaphtha*, dann *Chloral* (4 C, 1 H, 3 Cl, 2 O) verwandelt, gleichsam Aldeh in welchem 3 H durch 3 Cl. vertreten sind, eine ölige Fl sigkeit, von 1,5 spec. Gew., bei 94°,4 siedend, mit Was ein weifses krystallisirendes Hydrat bildend und bei der I handlung mit wässerigen Alkalien in ameisensaures Alkali u in *Chloroform* (2 C, 1 H, 3 Cl.), eine ähnliche ölige Flüss keit, zerfallend. Ganz ähnliche Verhältnisse wie das Ch zeigt das Brom gegen Weingeist.

Durch Destillation von weinschwefelsaurem Baryt mit do pelt-hydrothionsaurem Baryt erhält man das *Mercaptan* (4 6 H, 2 S), also Weingeist, in welchem der Sauerstoff dur Schwefel vertreten ist, eine farblose Flüssigkeit von 0,842 sp Gewicht, von höchst durchdringend widrigem Geruch. I *Xanthogensäure* (6 C, 6 H, 2 O, 4 S), ein sehr übelriechend

Oel, welches sich beim Zusammenbringen von Schwefelkohlenstoff mit Weingeist und Kali erzeugt, ist als eine Verbindung von Weingeist und Schwefelkohlenstoff zu betrachten. Das *Alkarsin* (4C, 6H, 2As), also Weingeist, dessen Sauerstoff durch Arsenik vertreten ist, entsteht bei der Destillation von essigsaurem Kali mit arseniger Säure und stellt eine wasserhelle Flüssigkeit von 1,462 spec. Gewicht und höchst widrigem Geruch dar, die bei 150° kocht und sich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft rasch entzündet. Durch Abdampfen des Weingeistes mit salzsaurem Platinoxyd erhält man das entzündliche *Chlorplatin* (4C, 4H, 2Cl, 2Pt), blafsgelb, sich beim Erhitzen an der Luft entflammend, mit Salmiak und einigen Chlormetallen zu leicht löslichen Krystallen verbindbar.

2) *Holzgeist* (2C, 4H, 2O), im rohen Holzessig enthalten, dem Weingeist ähnlich, von 0,798 spec. Gewicht und 66°,5 Siedpunct, mit blafsblauer Flamme verbrennend. Erleidet durch Einwirkung verschiedener Stoffe ähnliche Umwandlungen, wie der Weingeist. So entsteht beim Erhitzen mit Vitriolöl unter Wasserbildung der *Methylenäther* (2 C, 3H, 1O), der jedoch ein mit blasser Farbe verbrennbares Gas darstellt; beim Erhitzen des Holzgeistes mit Wasserstoffsäuren entstehn Naphtha-Arten, welche 2 C und 3H auf 1 At. des Säureradicals enthalten, und beim Erhitzen mit flüchtigen Sauerstoffsäuren erhält man Verbindungen von Methylenäther mit diesen Säuren. Aufser dem Holzgeist enthält der rohe Holzessig noch eine andere weingeistähnliche Flüssigkeit, das *Lignon* (2C, 2H, 1O)(?) von 0,836 spec. Gew., bei 61°,2 siedend, mit hellerer Flamme verbrennend. Endlich gehört auch noch zu diesen dem Weingeist ähnlichen Flüssigkeiten der *Essiggeist* oder das *Aceton* (3C, 3H, 1O), der bei der trocknen Destillation essigsaurer Salze übergeht, von 0,792 spec. Gewicht, 56° Siedpunct, mit hellerer Flamme verbrennend und mit Säuren wiederum viele eigenthümliche Zersetzungsproducte liefernd.

3) *Flüchtiges oder ätherisches Oel.* Begreift eine sehr grofse Zahl in ihren Eigenschaften vielfach abweichender, vorzüglich im Pflanzenreiche vorkommender Stoffe. Läfst sich nach seinem verschiedenen Schmelzpuncte in flüssiges und in festes flüchtiges Oel eintheilen.

a) *Flüssiges flüchtiges Oel, Elaeopten.* Dünnes, n
farbloses Oel, nicht oder nur in der stärksten Kälte zum
frieren zu bringen, von 0,627 bis 1,094 spec. Gewicht, z
schen — 18° und + 300° siedend und gröfstentheils unzer
verdampfend, von mannigfachem, durchdringendem Geruche
gewürzhaftem, oft feurigem Geschmacke. Verbrennt mit lebha
stark rufsender Flamme, zersetzt sich an der Luft und d
Salpetersäure, welche eine oft bis zur Entflammung gehe
Erhitzung bewirkt, giebt mit Vitriolöl gewöhnlich ein di
braunes Gemisch unter Entbindung von Wärme und schw
ligsaurem Gas. Es bedarf gegen 1000 Theile Wasser zur
sung, löst Phosphor und Schwefel reichlicher, als der Aet
löst sehr wenige Säuren und Salze und ist leicht in Weing
Aether, Holzgeist, Lignon und Aceton löslich. Manche flüch
Oele halten blofs Kohlenstoff und Wasserstoff, andere zugle
ein wenig Sauerstoff. Viele, sonst grofse Verschiedenhei
zeigende flüchtige Oele haben dieselbe procentische Zusa
mensetzung, was auf Isomerie und Polymerie zu beziehn is

α) Brenzliches oder empyrheumatisches Oel. Meist üb
riechend; entsteht beim Einwirken höherer Temperatur a
andere organische Verbindungen, besonders bei der trocken
Destillation. Das hierbei erhaltene Product ist meistens e
Gemisch aus verschiedenen Oelen, deren Scheidung erst
neuerer Zeit zum Theil gelungen ist. Das beim Einwirk
der Hitze auf Fette erzeugte und zur Beleuchtung bestimm
Oelgas setzt bei starker Compression ein öliges Gemisch v
zwei flüssigen Oelen und einer Campherart ab, wovon das flüch
tigere Oel (1 C, 1 H) von allen Oelen das geringste spe
Gewicht, 0,625, und den niedrigsten Siedpunct, zwisch
— 18° und 0°, besitzt. Das zwar im Mineralreich vorkom
mende, aber höchst wahrscheinlich durch unvollkommene Ve
brennung von Steinkohle oder andern organischen Resten er
zeugte Steinöl (1 C, 1 H) zeigt 0,758 spec. Gew. und dar
über und siedet bei 85°,5 und darüber. Dieselbe Zusammen
setzung und ähnliche Eigenschaften besitzen das bei viele
Gelegenheiten entstehende *Eupion* von 0,740 spec. Gew., be
ungefähr 100° siedend, schwach, nicht unangenehm riechend
und das bei der Destillation des Wachses gebildete *Wachsö*
Durch Destillation des Kautschuk erhält man das *Kautschu*
(10 C, 8 H). Das *Kreosot* (14 C, 9 H, 2 O), welches sich be

der trocknen Destillation vieler organischer Körper erzeugt, hat 1,037 spec. Gew., eignet sich wegen starker lichtbrechender Kraft zu optischen Zwecken, siedet bei 203°, riecht stark nach Rauch, schmeckt äufserst brennend und wirkt sehr scharf. Das Picamar ist durch unerträglich bittern Geschmack ausgezeichnet.

β) *Natürlich vorkommendes flüchtiges Oel.* Begreift vorzüglich folgende Gruppen:

Bitterliches Oel. Riecht mehr unangenehm als angenehm, wirkt krampfstillend, ist leichter als Wasser, findet sich vorzüglich in den stinkenden Schleimharzen, den Syngenesisten, dem Baldrian und der Raute.

Süfsliches Oel. Leichter als Wasser, von süfslichem und mild gewürzhaftem Geschmack, vorzüglich in den Schirmpflanzen zu Hause.

Leichtes gewürzhaftes Oel. Leichter als Wasser, von feurigem Geschmacke, sehr verbreitet. Das *Citronenöl*, *Terpentinöl*, *Wacholderöl*, *Sadebaumöl* und das *Oel des Copaivabalsams* haben alle die Zusammensetzung (5 C, 4 H) oder (10 C, 8 H). Andere hierher gehörige Oele halten zugleich etwas Sauerstoff; so ist das *Cajeputöl* (10 C, 9 H, 1 O) und das *Pfeffermünzöl* (12 C, 10 H, 1 O).

Schweres gewürzhaftes Oel. Schwerer als Wasser, von feurigem Geschmacke. Das *Gewürznelkenöl* (20 C, 13 H, 5 O) geht mit Salzbasen salzähnliche Verbindungen ein, eine Eigenschaft, die nur sehr wenigen flüchtigen Oelen zukommt. Das *Zimmetöl* (18 C, 8 H, 2 O) verwandelt sich an der Luft unter Aufnahme von noch 2 O in krystallisirte *Zimmetsäure* (18 C, 8 H, 4 O) und wird als eine Verbindung von *Cinnamyl* (18 C, 7 H, 2 O) mit 1 H betrachtet, während die krystallisirte Zimmetsäure als eine Verbindung von Cinnamyl mit 1 O und 1 Krystallwasser angesehn wird. Auch das von seinem Blausäuregehalte befreite *Bittermandelöl* (14 C, 6 H, 2 O) gehört hierher, welches sich an der Luft in krystallisirte Benzoësäure (14 C, 6 H, 4 O) verwandelt und als eine Verbindung von *Benzoyl* (14 C, 5 H, 2 O) mit 1 H, als *Benzoylwasserstoff* anzusehn ist, während wiederum in der krystallisirten Benzoesäure eine Verbindung von Benzoyl mit 1 At. Sauerstoff und 1 At. Krystallwasser anzunehmen wäre.

Betäubendes Oel. Hierher gehören vorzüglich das *Fuselöl* des Kartoffelbranntweins (5 C, 6 H, 1 O), bei 125° siedend,

und die flüchtigen Oele, welchen der Hopfen, der Thee u der Safran ihre narkotische Wirkung verdanken; nur das Safrans ist schwerer als Wasser.

Scharfes Oel. Schwerer als Wasser, von blasenzieh der Wirkung. Das scharfe Princip der Cruciferen und Al ceen. Scheint wesentlich Stickstoff und Schwefel zu ent ten, da wenigstens das Senföl hält: (4 N, 32 C, 20 H, 5 5 S).

b) *Festes flüchtiges Oel, Campher, Stearopten.*

Dem flüssigen flüchtigen Oel in den meisten Beziehun sehr ähnlich, jedoch bei gewöhnlicher Temperatur fest, der Wärme zu einem Oel schmelzend, auch von höher Siedpuncte und meistens von geringerem Geruch und G schmack. Findet sich häufig im flüssigen Oel gelöst und kr stallisirt in der Kälte heraus. Bildet sich auch bisweilen b der trocknen Destillation.

Scharfe Campherarten: Anemonencampher, das scha Princip der Anemonen; *Haselwurzcampher* (16 C, 11 H, 4 (in der Haselwurz; *Alantcampher* in der Alantwurzel.

Gewürzhafte Campherarten: Anis- und Fenchelcamph (10 C, 6 H, 1 O), aus dem Anis- und Fenchelöl krystallis rend; *Rosencampher* (1 C, 1 H) im Rosenöl.

Terpentincampher (10 C, 10 H, 2 O), sich im Terpentin öl durch Wasseraufnahme erzeugend; *Pfeffermünzcamph* (10 C, 10 H, 1 O) im Pfeffermünzöl; *Cubebencampher* (16 C 14 H, 1 O) im Cubebenöl; *Tonka-Campher* oder *Cumari* (10 C, 3 H, 2 O), das wohlriechende Princip der Tonkabohne *gemeiner Campher* (10 C, 8 H, 1 O) vom Campherbaum *Nelkencampher* (20 C, 12 H, 4 O), aus dem Nelkenöl kry stallisirend; *Naphthalin* (5 C, 2 H), beim Einwirken der Glüh hitze auf mehrere organische Körper, besonders auf Steinkohle erzeugt, und viele andere. Die bekannteste von diesen Cam pherarten ist der gemeine Campher, welcher in regelmäßiger Oktaedern von 0,9887 spec. Gew. anschiefst, bei 175° schmilzt, bei 204° siedet, durch erhitzte Salpetersäure in Camphersäure zersetzt wird, sich in 1000 Theilen Wasser löst, sich mit Phosphor und Schwefel zusammenschmelzen läfst, sehr reichlich von kalter concentrirter Schwefel-, Salz-, Salpeter- und

Essigsäure gelöst wird, daraus durch Wasser fällbar und auch sehr leicht in Weingeist (zu *Camphergeist*), Aether und flüchtigen und fetten Oelen löslich ist.

4) *Fett.* Farblos, im festen Zustande meist krystallinisch und fettig anzufühlen, leichter als Wasser, zwischen — 20 und + 175° zu einem farblosen Oele schmelzend, erst über 300° siedend und sich dabei mehr oder weniger zersetzend, geruchlos und geschmacklos, mit lebhafter, wenig rufsender Flamme verbrennbar, durch Salpetersäure und Schwefelsäure zersetzbar, nicht in Wasser, wässerigen Säuren und wässerigen Alkalien löslich, dagegen in Schwefelkohlenstoff, Weingeist, Aether und flüchtigen Oelen, und mit Phosphor und Schwefel verbindbar. Bleibt entweder auch bei längerem Kochen mit wäſsrigen Alkalien unverändert und ungelöst, *unverseifbares* Fett, oder wird durch dieselben zersetzt und liefert eine Seife, *verseifbares* Fett.

a) *Unverseifbares Fett.* Den Campherarten verwandt, aber durch Mangel an Geruch und Geschmack und durch Unlöslichkeit im Wasser davon abweichend. Hierher gehören unter andern: *Ambrafett*, in der grauen Ambra, bei 30° schmelzend; *Paraffin* (1 C, 1 H), durch trockne Destillation erzeugt, bei 44° schmelzend; *Aethal* (32 C, 34 H, 2 O), bei 48° schmelzend, durch Destillation mit Phosphorsäure, welche Wasser entzieht, in *Ceten* (32 C, 32 H), ein vollständig verdampfbares Oel, zu verwandeln; *Myricin* (18 C, 19 H, 1 O), den kleineren Theil des Bienenwachses bildend, bei ungefähr 65° schmelzbar; *Cerain*, ebenfalls (18 C, 19 H, 1 O), bei der Verseifung des Cerins entstehend, über 70° schmelzend; *Gallenfett* (36 C, 30 H, 1 O), vorzüglich in der Galle und den Gallensteinen, bei 137° schmelzend.

b) *Verseifbares Fett.* Zerfällt in Berührung mit Wasser und einer stärkeren Salzbasis, besonders einem Alkali, einerseits in eine oder mehrere Säuren, die sich mit der Salzbasis zu meist seifen- und pflasterartigen Salzen vereinigen, andrerseits entweder in einen süſsen Syrup, das *Glycerin*, oder in ein nicht verseifbares Fett, wie *Aethal* und *Cerain*. Kann betrachtet werden als eine den Naphthaarten ähnliche Verbindung jener bei der Verseifung zum Vorschein kommenden Producte, weniger einer gewissen Menge von Wasser. So kann man das Talgfett ansehn als eine Verbindung von 4 Atomen

Talgsäure mit 2 At. Glycerin weniger 3 At. Wasser, d
4 At. Talgsäure = 4 (35 C, 34½ H, 3½ O) mit 2 At. Glyc
= 2 (3 C, 4 H, 3 O) geben (146 C, 146 H, 20 O), und
man hiervon 3 At. Wasserstoff und Sauerstoff ab, so ble
(146 C, 143 H, 17 O), welches die Zusammensetzung des T
fettes ist. Nach den bei der Saponification erhaltenen
ducten lassen sich die verseifbaren Fette folgendermaſsen
theilen.

α) *Fett, bei dessen Verseifung eine flüchtigere S*
entsteht. Von Oelconsistenz, leichter in Weingeist löslich,
die übrigen Fette, sich an der Luft allmälig zersetzend und
bei den Geruch der Säure entwickelnd, die auch bei der V
seifung erhalten wird. Hierher gehört unter andern das *I*
phinfett, im Delphinöl enthalten, und das *Butterfett*, in k
ner Menge in der Butter enthalten und ihr den Butterge
ertheilend.

β) *Fett, bei dessen Verseifung eine fixere Säure*
steht.

Trockenfett oder *trocknendes fettes Oel.* Constituirt
gänzlich das Leinöl, Mohnöl, Hanföl, Nuſsöl u. a.
friert nur in sehr starker Kälte, trocknet an der Luft in d
nen Lagen aus; wird durch rauchende Salpetersäure entflam
liefert bei der Verseifung Glycerin und eine der Oelsäure v
wandte Säure.

Oelfett oder *schmieriges fettes Oel.* Hauptbestandt
des Olivenöls, Rüböls, Mandelöls und der meisten übri
Pflanzenöle, des Thrans, Eieröls u. s. w.; Nebenbestandt
des Schmalzes und Talgs. Gesteht bei geringerer Kälte,
das Trockenfett, bleibt an der Luft schmierig; liefert bei
Saponification Glycerin und Oelsäure.

Talgfett. Bildet mit mehr oder weniger Oelfett die m
sten Butter-, Schmalz- und Talgarten und läſst sich du
starkes Pressen, so wie durch Behandlung mit Weingeist u
Aether vom Oelfett befreien. Krystallisirt in feinen Nad
schmilzt ungefähr bei 60° und gesteht beim Erkalten zu ei
festen, spröden, wenig fetten Substanz. Zerfällt bei der V
seifung in Glycerin und Talgsäure.

Margarinfett. Findet sich in verschiedenen Pflanzenöl
wie Baumöl, gelöst und krystallisirt in der Kälte hera
vertritt in den thierischen Schmalz- und Talgarten häufig d

Talgfett oder kommt neben ihm vor. Gleicht dem Talgfett, schmilzt bei 40° und liefert mit Alkalien Glycerin und Margarinsäure.

Cerin. Bildet mit wenig Myricin das Bienenwachs, wachsartig, schmilzt bei 62°, löst sich leichter in Weingeist, als das Myricin, und liefert bei der Verseifung Cerain und Margarinsäure.

Wallrathfett. Constituirt, neben wenig Oelfett, den Wallrath. Krystallisirt blättrig, schmilzt bei 49°, verseift sich nur bei anhaltendem Kochen mit Kali, wobei Aethal, Margarinsäure und Oelsäure entstehn.

5) *Harz.* Entsteht zum Theil durch Oxydation der flüchtigen Oele an der Luft. So geht das Terpentinöl (10 C, 8 H) in Colophonium (10 C, 8 H, 1 O) über. Meistens schwerer als Wasser, farblos oder braun, zu dicklicher Flüssigkeit schmelzbar, nicht oder nur theilweise unzersetzt verdampfbar, geruchlos, theils bitterlich, theils scharf schmeckend, zum Theil Lackmus röthend. Verbrennt mit lebhafter, stark rufsender Flamme. Löst sich nicht in Wasser, wenig oder gar nicht in verdünnten Säuren. Oft von schwach saurer Natur und dann in Alkalien löslich, zu *Harzseifen* und auch mit andern Salzbasen zu salzartigen Verbindungen vereinbar. Gröfstentheils in Weingeist, Aether, flüchtigen und fetten Oelen löslich, zu welchen Lösungen die Weingeist- und Oelfirnisse gehören.

a) *Hartharz.* Fest, spröde, selten krystallinisch, schwerer als Wasser, theils leicht in Weingeist löslich und nicht scharf, wie Colophonium, Mastix, Sandarach, Schellack; theils leicht in Weingeist löslich und scharf, wie das Harz der Euphorbia-Arten, des Seidelbastes, der Jalappe, des Guajaks; theils sehr wenig in Weingeist löslich, wie Copal, Bernstein (ihrem Hauptbestandtheile nach) und Asphalt.

b) *Weichharz.* Von schmieriger Consistenz, theils leicht in Weingeist löslich und dabei meistens scharf, wie das Weichharz des Pfeffers u. s. w.; theils nicht in Weingeist löslich und nicht scharf, wie der aus der Mistel und der Stechpalme zu gewinnende *Vogelleim.*

c) *Federharz*, *Kautschuk.* Weich, elastisch, nicht schmierig, leichter als Wasser, wird durch Schmelzen in eine theerartige Masse verwandelt, erweicht sich ein wenig im Wasser, löst sich nicht in wässerigen Alkalien und Weingeist,

schwillt in Aether und flüchtigen und fetten Oelen bedeu auf und bildet damit eine dickliche Lösung.

6) *Harziger Farbstoff.* Von theils lebhafter, theils du ler Farbe, bald spröde, wie Hartharz, bald schmi wie Weichharz; meistens schmelzbar. Wird durch stär Hitze zerstört und an Luft und Licht, so wie durch C gebleicht. Löst sich nicht oder sehr wenig in Wasser, gegen meistens leicht in wässerigen Alkalien, Weingeist, ther und Oelen. Die Auflösungen zeigen lebhafte Färb Zum harzigen Farbstoffe gehört u. a.: das *Blattgrün* *Chlorophyll*, eine schwarzgrüne schmierige Masse, welcher grünen Pflanzentheile ihre Farbe verdanken; der gelbe F stoff der Curcuma-Wurzel, welcher mit Alkalien rothe bindungen eingeht, des Gummigutts, Orleans und der gel Seide, und der rothe Farbstoff der gekochten Krebse, des then Sandelholzes, des Safflors und der unächten Alkan wurzel.

7) *Extractiver Farbstoff.* Oft krystallisirt, theils l haft, theils dunkel gefärbt, zum Theil sublimirbar, du Licht und Luft, Chlor und Salpetersäure verschieden lei zerstörbar, in Wasser und Weingeist ungefähr gleich gut l lich, meistens nicht in Aether und Oelen. Die Farbe sei Auflösungen zeigt oft auffallende und entgegengesetzte Ab derungen bei Zusatz von Säuren oder Alkalien; so wird violette wässerige Aufguſs der Veilchen und anderer blauer B men durch Säuren roth und durch Alkalien grün, und karmesinrothe Aufguſs der Cochenille färbt sich mit Säu gelbroth, mit Alkalien violett. Fügt man zu der wässerig Auflösung des Farbstoffes Alaun und etwas Alkali, so re die gefüllte Alaunerde den Farbstoff mit sich nieder, eine l haft gefärbte Verbindung erzeugend; die meisten *Farbla* sind solche Verbindungen von Alaunerde mit Farbstoff. dem gelben extractiven Farbstoffe gehört u. a. das Gelb d Quercitronrinde, des Gelbholzes, Waus, Safrans, die jedo hinsichtlich der Haltbarkeit und anderer Verhältnisse die grö ten Verschiedenheiten zeigen. Zu dem rothen gehört d *Krapproth* und der *Krapppurpur*, von welchen vorzügli das erstere, welches krystallisirbar und sublimirbar ist, d schönsten und dauerhaftesten rothen Farben liefert; das *Co cusroth* oder *Carminium*, in der Cochenille und ande

Coccusarten zu Hause, in feinen rothen Krystallen zu erhalten, mit wenig Alaunerde oder Zinnoxyd den Carmin bildend; das Roth des *Fernambuks*, welches ähnliche, aber weniger dauerhafte Farben liefert, das *Hämatin* oder der Farbstoff des Blauholzes, in kleinen gelbrothen Krystallschuppen sich darstellend, mehr ins Violette sich neigende, leicht zerstörbare Farben liefernd; das *Flechtenroth*, welches sich aus dem in den Flechten enthaltenen farblosen *Erythrin* beim Zusammenstellen desselben mit wässerigem Ammoniak an der Luft erzeugt und in der *Orseille* in einem violetten, im *Lackmus* in einem mehr blauen Zustande enthalten ist. Endlich findet sich ein sehr leicht zerstörbarer, durch Säuren sich röthender, durch Alkalien grünender violetter Farbstoff in vielen blauen, violetten, desgleichen, durch vorhandene Säuren geröthet, auch in rothen Blumen, Beeren, Blättern und Wurzeln, wie in Veilchen, Rosen, Heidelbeeren, schwarzen Trauben, Kirschen, rothen Rüben, Kohl u. s. w.

8) *Gerbstoff.* In allen adstringirend schmeckenden Pflanzentheilen. Farblos, von herbem Geschmack, Lackmus röthend. Bewirkt mit Eisenoxydsalzen theils eine blauschwarze Färbung und Fällung, theils eine olivengrüne, die allmälig in Braun übergeht, und wird hiernach in eisenbläuenden und eisengrünenden eingetheilt.

a) *Eisenbläuender Gerbstoff*, *Eichengerbsäure* (18C, 8H, 12O). Vorzüglich reichlich in den Galläpfeln enthalten, durchsichtig, nicht krystallinisch, spröde. Er verbrennt mit lebhafter Flamme, wird durch Chlor, Salpetersäure und Vitriolöl zerstört, verwandelt sich, in wässeriger Lösung der Luft dargeboten, in Kohlensäure, Gallussäure und eine braune, wenig lösliche Materie, den oxydirten Gerbstoff, löst sich leicht in Wasser und Weingeist, schwierig in Aether. Wird aus seiner wässerigen Lösung durch Schwefelsäure und Salzsäure als eine harzartige Materie gefällt. Geht Verbindungen mit Salzbasen ein, fällt viele schwere Metalloxyde und ihre Auflösung in Säuren mit oft ausgezeichneter Farbe und bildet namentlich mit Eisenoxyd eine blauschwarze Verbindung, welche das schwarze Princip der *Tinte* und der schwarzgefärbten Zeuge ausmacht. Fällt die wässerige Lösung der meisten organischen Salzbasen und ihrer Salze und bildet mit Thierleim,

Eiweifsstoff und den damit verwandten Stoffen in Wasser
Weingeist unauflösliche Niederschläge.

b) *Eisengrünender Gerbstoff*, bis jetzt vorzüglich aus Katechu als *Katechusäure* (15C, 6H, 6O) in reiner G dargestellt, bei der es jedoch auffallend ist, dafs sie Thierleim nicht fällt.

9) *Stickstofffreie bittre und narkotische, den organi- Salzbasen ähnliche Principien.* Farblos, krystallisirbar, Wirkung auf Pflanzenfarben, meistens weniger in Wasse in Weingeist löslich, mit den Säuren keine salzartigen Ve dungen liefernd.

a) *Bittere: Salicin* (8C, 5H, 4O), das bittere Pr der Weidenrinde, in geraden rhombischen Säulen krysta rend, sehr bitter, in ungefähr 18 kaltem Wasser oder W geist, reichlicher in wässeriger Salz- und Essigsäure und kalien löslich. *Phlorizin* (8C, 5H, 4O), in der Wu rinde des Apfelbaumes, seidenglänzende bittre Nadeln, in Wasser, leichter in Säuren und Weingeist löslich. *Qu* (10C, 6H, 3O), im Quassiaholze, unerträglich bittere len, in 222 Wasser, wenig in Aether, reichlicher in w rigen Säuren und Alkalien, sehr reichlich in Weingeist lich. *Columbin* (14C, 7H, 2O), in der Columbowu gerade rhombische Säulen, wie Wachs schmelzend, äu bitter, wenig in Wasser, leichter in Essigsäure, Weingeist Aether löslich.

b) *Narkotische: Pikrotoxin* (10C, 6H, 4O), in Cockelskörnern, nadelförmig, sehr bitter und narkotisch, sich wenig in Wasser, leichter in wässerigen Säuren und kalien, so wie in Weingeist und Aether. *Meconin* (5H, 4O), im Opium, gerade rhombische und sechsse Säulen; bei 90° schmelzend, unzersetzt destillirbar, von sc fem Geschmack, in 266 kaltem Wasser, leichter in Sä Alkalien, Weingeist und Aether löslich. *Anthiarin* (1 10H, 5O), im Anthiarupas; glänzende Blättchen, bei schmelzend, von furchtbarer narkotischer Wirkung.

10) *Stickstofffreie süfse Verbindungen.*

Glycyrrhizin, in der Süfsholzwurzel; gelb, durchsic harzähnlich, nicht krystallinisch, nicht der Weingährung hig, leicht in Wasser und Weingeist löslich, aus erste durch Säuren und schwere Metallsalze fällbar. *Glycerin* (

H, 3 O), bei der Verseifung der Fette entstehend; farblo-
r, sehr süſser Syrup, nicht der Weingährung fähig. *Schleim-*
zucker, in mehreren Pflanzensäften und im Honig; farblo-
r, sehr süſser Syrup, der Weingährung fähig, sehr leicht in
Wasser und Weingeist löslich. *Krümelzucker* (12 C, 14 H,
14 O), in vielen Pflanzensäften, wie Trauben und andern
Beeren, im Honig und diabetischen Harn, auch aus Stärk-
mehl, Holzfaser u. s. w. zu erzeugen; undurchsichtige, aus
feinen Nadeln bestehende Körnchen, weniger süſs, als gemei-
ner Zucker; der Weingährung fähig, leicht in Wasser, wenig
in Weingeist löslich. *Gemeiner Zucker* (12 C, 11 H, 11 O),
im Zuckerrohr, Ahornsaft, der Runkelrübe u. s. w.; wasser-
helle schiefe rhombische Säulen, der Weingährung fähig, leicht
in Wasser, wenig in Weingeist löslich. *Milchzucker* (12 C,
H, 10 O), in der Milch; vierseitige Säulen von schwach
süſsem Geschmacke, geht nur schwierig in Weingährung über,
braucht 6 kaltes Wasser zur Lösung und ist in Weingeist
fast unlöslich. *Mannazucker* (12 C, 14 H, 12 O), in der
Manna; feine Nadeln von schwach süſsem Geschmack, der
Weingährung unfähig, in 5 kaltem Wasser, sehr wenig in kal-
tem, reichlich in heiſsem Weingeiste löslich.

11) *Pflanzenschleim.* Geschmacklos, bildet mit kaltem
Wasser eine dickliche Verbindung, löst sich nicht in Wein-
geist.

Gewöhnliches Gummi, löst sich in Wasser zu einer
schleimigen Flüssigkeit auf; hierher gehört vorzüglich das
arabische Gummi (12 C, 11 H, 11 O). *Bassorin*, besonders
im Traganthgummi enthalten, quillt in Wasser zu einer vo-
luminösen Gallerte auf, ohne sich zu lösen. *Pektinsäure*,
dem Bassorin ähnlich, doch leicht in wässerigen Alkalien lös-
lich, daraus durch Säuren als eine Gallerte ausscheidbar und
sich wie eine sehr schwache Säure verhaltend.

12) *Stärkmehl.* Geschmacklos, in kaltem Wasser fast
unlöslich, mit heiſsem eine dickliche Verbindung bildend, un-
löslich in Weingeist, wird durch Kochen mit sehr verdünnter
Schwefelsäure erst in Gummi, dann in Krümelzucker verwan-
delt. *Gemeines Stärkmehl* (12 C, 10 H, 10 O), sehr ver-
breitet in den Pflanzen, besonders in ihren Samen und Knol-
len; weiſse, unregelmäſsige Körnchen, aus concentrischen
Schichten bestehend, bildet mit kochendem Wasser einen

Kleister und mit Iod bei Gegenwart von Wasser eine dı violette Verbindung. *Flechtenstärkmehl,* im isländi Moos und andern Flechten; hornartig, spröde, löst si kochendem Wasser zu einer dicklichen Flüssigkeit, die Erkalten zu einer Gallerte gesteht, färbt sich mit Iod braun. *Inulin*, vorzüglich in der Wurzel einiger Syng sten; giebt mit kochendem Wasser eine dünnschleimig sung, aus der es beim Erkalten in weifsen Körnchen ni fällt; färbt sich mit Iod grünlichgelb.

13) *Humin*, *Moder*, *Humussäure* (12 C, 6 H, Entsteht vorzüglich bei der Verwesung des Holzes un derer organischer Stoffe, findet sich daher in der Damn dem Torf, der Braunkohle u. s. w. Braunschwarze, glä de, spröde Masse, ein braunes Pulver liefernd, nicht sch bar, sehr wenig in Wasser und Weingeist, reichlic dunkelbrauner Farbe in wässerigen Alkalien löslich und m nen und andern Salzbasen salzartige Verbindungen bilder

B. Stickstoffhaltende organische Verbi dungen.

a) Stickstoffhaltende organische Säuren. sehr schwach saurem Charakter.

Aufser der *Allantoissäure* (2 N, 4 C, 3 H, 3 O), *Cholsäure* und wenigen andern gehört hierher vorzüglic *Harnsäure* (4 N, 10 C, 4 H, 6 O), im Harn der me Thiere und in vielen Harnsteinen. Weifse, glänzende stallschuppen, geschmacklos, Lackmus kaum röthend; l beim Erhitzen für sich und bei der Behandlung mit an Stoffen von allen organischen Verbindungen die mannigfa sten und merkwürdigsten Zersetzungsproducte und ist be ders dadurch charakterisirt, dafs sie mit Salpetersäure Trockne abgedampft einen purpurrothen Rückstand Löst sich höchst wenig in Wasser, nicht in Weingeist, l in wässerigem Kali und Natron.

b) Organische Salzbasen, Alkaloide. Oelig krystallisirt, oft alkalisch reagirend, meistens von auffalle medicinischer Wirkung. Lösen sich meistens besser in W geist, als in Wasser. Vereinigen sich mit Säuren, die sie

bei sogar neutralisiren, zu oft krystallisirbaren salzigen Verbindungen.

α) *Oelige Alkaloide.* Oelig, unzersetzt verdampfbar. Hierher gehören vorzüglich: *Nicotin*, das Wirksame des Tabaks; wasserhelles Oel, schwerer als Wasser, bei 240° siedend, Curcuma röthend, von starkem Geruch und heftiger, scharf narkotischer Wirkung; mischt sich mit Wasser, Weingeist und Aether nach allen Verhältnissen und neutralisirt die Säuren. *Coniin* (1 N, 12 C, 14 H, 1 O), das giftige Princip des Schierlings; ein wasserhelles Oel, von 0,890 spec. Gew., bei 187° siedend, Curcuma röthend, von durchdringendem Geruch, widrig scharfem Geschmack und äufserst giftiger, scharf narkotischer Wirkung. Nimmt beim Schütteln mit Wasser, welches blofs $\frac{1}{100}$ Coniin löst, ein wenig Wasser in sich auf und erhält dadurch die merkwürdige Eigenschaft, sich beim Erwärmen zu trüben, beim Erkalten wieder zu klären, weil es in der Wärme das aufgenommene Wasser ausscheidet und in der Kälte wieder löst. Neutralisirt die Säuren, mischt sich leicht mit Weingeist, Aether und Oelen.

β) *Krystallinische Alkaloide.* Farblose Krystalle, nicht oder nur theilweise unzersetzt verdampfbar, theils von reinbitterer, theils von narkotischer, theils von scharfer Wirkung.

Zu den *bittern* gehören vorzüglich: *Chinin* (1 N, 20 C, 12 H, 2 O) und *Cinchonin* (1 N, 20 C, 11 H, 1 O), die zwei wirksamen Stoffe der Chinarinden, sehr bitter, schwach alkalisch reagirend, sehr wenig in Wasser löslich, die Säuren neutralisirend und damit viele krystallisirbare Salze erzeugend. Die Salze des Chinins sind weniger löslich, als die des Cinchonins, dagegen löst sich das Chinin viel leichter in Weingeist, als das Cinchonin, und ist auch in Aether löslich, der das Cinchonin nicht aufnimmt. *Aricin* (1 N, 20 C, 12 H, 3 O), in der Cusco-China, bitter und herbe, nicht in Wasser, leicht in Weingeist und auch in Aether löslich.

Zu den *narkotischen* gehören u. a. *Atropin* (1 N, 34 C, 23 H, 6 O), in der Belladonna; zarte Nadeln, leicht schmelzbar, alkalisch reagirend, geruchlos, widrig, bitter, äufserst giftig, die Pupille stark erweiternd, leicht zersetzbar. *Hyoscyamin*, im Bilsenkraut, von ähnlichen Eigenschaften, jedoch von widrig beifsendem Geschmack. *Daturin*, im Stechapfel,

hat, bei längerem Kochen mit Wasser eine Leimauflösu Der Leim quillt in kaltem Wasser zu einer Gallerte auf, o sich bedeutend zu lösen, giebt mit heifsem Wasser eine A lösung, die beim Erkalten zu Gallerte gesteht, löst sich n in Weingeist, wird durch ein Gemisch von Alaun und Ko salz, durch schwefelsaures Eisenoxyd und einige and schwere Metallsalze und durch Gerbstoff gefällt; das loh gerbte Leder ist als eine Verbindung von Gerbstoff mit leimartigen Substanz zu betrachten, die die Lederhaut bil Der *Knorpelleim* oder das *Chondrin* unterscheidet sich v gewöhnlichen Leim vorzüglich dadurch, dafs er durch Ess säure fällbar ist. *Eiweifsstoff* findet sich im Eiweifs, Eig Blutwasser, Chylus und vielen andern thierischen Theil Löst sich leicht in kaltem Wasser zu einer schleimigen Fl sigkeit, nicht in Weingeist, wird durch Schwefel-, Sal und Salpetersäure, durch viele schwere Metallsalze und du Gerbstoff gefällt; er gerinnt noch unter der Siedhitze, d. h. geht in eine nicht mehr in Wasser lösliche Materie, den g *ronnenen Eiweifsstoff*, über. Die Ursache dieser Veränderu ist nicht genau bekannt. Thierische Stoffe, die sich dem g ronnenen Eiweifsstoff ähnlich verhalten, sind: der *Faserst* der gröfstentheils die Muskeln und, neben Blutroth, den Bl kuchen bildet, der *Thierschleim*, welcher den wichtigsten B standtheil in den Secreten der Schleimmembranen ausmac und die *Hornsubstanz*, aus welcher Oberhaut, Haare, Feder Nägel, Klauen, Hufe, Hörner, Schildpatt u. s. w. besteh *Kässtoff*, vorzüglich in der Milch enthalten; gerinnt nic durch Siedhitze, dagegen durch Essigsäure, löst sich ein w nig in kochendem Weingeist und unterscheidet sich dur diese drei Verhältnisse vom Eiweifsstoff, dem er übrigens se ähnlich ist.

Das Pflanzenreich liefert folgende, dem Kässtoff und Eiweifsst ähnliche Principien. *Emulsin* oder *Pflanzeneiweifs*, in vielen S men, wie Mandeln, und in den meisten Pflanzensäften; löst sic leicht in Wasser, ist sowohl durch Siedhitze als auch dur Essigsäure gerinnbar und löst sich nicht in Weingeist. *Glia* und *Kleber*. Beim Auswaschen von Getreidemehl mit Was bleibt ein Gemisch dieser beiden Stoffe, durch heifsen Wein geist, der das Gliadin löst, scheidbar. Das Gliadin löst sic nicht in Wasser, aber in wässerigen Säuren und ein wenig i

Weingeist. Der Kleber löst sich nicht in Wasser und Weingeist, aber in wässerigen Säuren. Er hat die Eigenschaft, Stärkmehl, mit dem er unter Zusatz von Wasser digerirt wird, in Zucker zu verwandeln. Diese Kraft wird noch sehr verstärkt, wenn der Samen, in welchem sich der Kleber befindet, zu keimen angefangen hat, wobei der Kleber eine kleine Veränderung erleidet und sich in den *gekeimten Kleber* oder in das *Diastas* verwandelt, welches grofse Mengen von Stärkmehl in Zucker überzuführen vermag. Dieses Verhalten ist wichtig für die Lehre des Keimens und der Bier- und Fruchtbranntweinbereitung, wo in dem Maischprocesse das Diastas des Malzes beim Digeriren mit Wasser das dargebotene Stärkmehl in Zucker verwandelt und sich selbst in der süfsen Flüssigkeit löst; geht nun diese in Weingährung über, so erleidet das aufgelöste Diastas eine neue Veränderung, und scheidet sich als *Hefe* ab, ein Körper, der im Stande ist, in Wasser gelösten Zucker in Gährung zu bringen, d. h. in Weingeist und Kohlensäure zu zersetzen, und welcher nach neuern mikroskopischen Untersuchungen aus einer Pilzart besteht, so dafs vielleicht anzunehmen ist, der Gährungsprocefs stehe mit dem Leben dieser niedern Pflanze in einem Causalnexus.

d) Stickstoffhaltende organische Farbstoffe.

Indigo. In mehreren Arten von Indigofera, Polygonum, Nerium u. s. w. findet sich das *Indigweifs* (1 N, 16 C, 6 H, 2 O), welches sich bei Luftzutritt in *Indigblau* (1 N, 16 C, 5 H, 2 O) verwandelt. Ersteres ist ein weifses, in wässerigen Alkalien mit gelber Farbe lösliches Pulver; letzteres findet sich unrein im käuflichen Indig und wird durch Sublimation desselben rein erhalten in kupferrothen, glänzenden 6seitigen Nadeln, welche ein blaues Pulver liefern. Es verflüchtigt sich beim Erhitzen unzersetzt in purpurrothen Dämpfen, löst sich nicht in Wasser, wässerigen Alkalien und den meisten Säuren, sehr wenig in Weingeist und Oelen, wird durch viele desoxydirende Mittel, wie Eisenoxydulhydrat, hydrothionsaure Salze, gährende organische Stoffe u. s. w. bei Gegenwart eines Alkali in Indigweifs verwandelt und gelöst, giebt mit concentrirter Schwefelsäure eine dunkelblaue Lösung, die im verdünnten Zustande *Indig-Tinctur* heifst und eine Verbindung

des etwas veränderten Indigblaus mit Schwefelsäure, die rulinschwefelsäure, enthält, die mit allen Salzbasen, selbst Baryt, lösliche Salze von dunkelblauer Farbe erzeugt. D Salpetersäure wird das Indigblau sogleich unter braun Färbung zerstört und liefert dabei vorzüglich *Indig* (1 N, 14 C, 4 H, 8 O) und, wenn die Salpetersäure in fserer Menge einwirkt, *Kohlenstickstäure* (3 N, 12 C, 13 O), die in gelben sehr bittern Säulen krystallisirt und Salzbasen in der Hitze lebhaft verpuffende Salze liefert. *Gallenbraun* ertheilt der Galle ihre Farbe, ist das färb Princip in der Gelbsucht, findet sich fast rein in dem lenstein der Ochsen, löst sich nicht in Wasser, wen Weingeist, leicht in Alkalien, und ist vorzüglich durch erst grüne, dann violette, rothe und gelbe Färbung au zeichnet, welche Salpetersäure damit hervorbringt. *Blut* *Cruorin*, der färbende Bestandtheil des Bluts, ist roth, n in Wasser, aber in wässerigen Alkalien, Weingeist und Ae löslich, und scheint im reinen Zustande frei von Eisen zu s *Augenschwarz*, im *pigmentum nigrum* der Augen, in a Flüssigkeiten, aufser in einigen wässerigen Alkalien, unau lich und mit dem färbenden Princip der Sepia nahe über kommend.

G.

Verdunstung.

Verdampfung, Ausdünstung; *Evapo tio, Exhalatio*; Evaporation, Exhalation; *Eva ration, Exhalation*.

Die Bedeutung der hier genannten Ausdrücke ist n scharf von einander geschieden, vielmehr durch den Spra gebrauch nur insoweit festgesetzt, dafs sich die Grenzen gefähr bezeichnen lassen. Der zur Ueberschrift gewählte A druck *Verdunstung* (*evaporatio*) bezeichnet hauptsächlich allmälige Verschwinden tropfbarer Flüssigkeiten durch V wandlung derselben in Dampf und kommt seiner Zusamm setzung nach dem Ausdrucke *Ausdünstung* (*exhalatio*) s nahe; auch sagt man wohl, dafs Vegetabilien, Gewässer u

astige Flüssigkeiten ausdünsten; genauer genommen versteht man aber unter dem Producte der Ausdünstung nicht sowohl einen Dampf oder Dunst der Flüssigkeiten, als vielmehr den mit andern Stoffen gemischten, insbesondere wenn von den nachtheiligen Ausdünstungen verschiedener feuchter und modernder Körper die Rede ist. Dagegen bezeichnet man durch den Ausdruck *Ausdünstung* vorzugsweise das Entweichen verschiedener Stoffe in Gasform aus lebenden Wesen, namentlich aus Menschen, und in dieser Beziehung ist bereits in einem eigenen Artikel[1] davon gehandelt worden. Weit weniger ist die Bedeutung jenes Ausdrucks von der eines andern, nämlich Verdampfung, geschieden, und man sagt wohl ebenso häufig von verdampfbaren Flüssigkeiten, z. B. Wasser, Weingeist, Aether u. s. w., ne verdampfen, als dafs sie verdunsten. Die Ursache hiervon liegt in dem nicht bestimmt festgesetzten Unterschiede zwischen *Dampf* und *Dunst*, wovon bereits oben[2] die Rede war. Nach der dort gegebenen Bestimmung bezeichnet Dunst eine nicht völlig durchsichtige expansible Flüssigkeit, was sich aufser den angegebenen Gründen auch noch durch die metaphorischen Ausdrücke: „einen blauen Dunst vormachen, sich in Dunst und Nebel einhüllen u. s. w." rechtfertigen läfst. Diesem gemäfs müfste die hier zu untersuchende Aufgabe eigentlich durch *Verdampfung* bezeichnet werden, weil vorzugsweise und im gröfsten Mafsstabe das Wasser der Erdoberfläche in Dampfgestalt entweicht. Von der andern Seite aber sagt man mindestens ebenso häufig, das Wasser u. s. w. sey *verdunstet*, als es sey *verdampft*; man gebraucht den Ausdruck *verdampfen* und *abdampfen* häufiger von dem, was durch Anwendung der Siedehitze geschieht, *verdunsten* aber, wenn eine niedrigere, selbst bis unter den Eispunct herabgehende Temperatur vorhanden ist, und aufserdem wird in der alten Ausgabe dieses Werkes weder von *Verdampfung* noch von *Verdunstung* ausdrücklich geredet, vielmehr ist beides unter dem Artikel *Ausdünstung* zusammengefafst, was dem von mir gewählten Ausdrucke am nächsten kommt. Es handelt sich nämlich zunächst um den unausgesetzt statt findenden Procefs der Verwandlung des auf der Oberfläche unserer Erde befindlichen

1 S. Art. *Ausdünstung*. Bd. I. S. 643.
2 S. Art. *Dunst*. Bd. II. S. 644.

Digitized by Google

Wassers in Dampf und die hierbei zum Grunde liegenden setze, was in physikalischer Hinsicht mehrfach von gro Wichtigkeit ist.

Wird also von der Verwandlung des Wassers und s stiger Flüssigkeiten, wie auch anderweitiger Körper in Da und von dem allmäligen Entweichen derselben durch die Procefs gehandelt, so käme zuerst das eigentliche Wesen hierbei gebildeten expansibeln Fluidums, welches wir Da oder Dunst nennen, in Betrachtung; da aber hiervon ber sehr oft die Rede war, so können wir diese Aufgabe ganz übergehn.

Die nachfolgenden Untersuchungen über die Verdunstu oder Verdampfung beziehn sich zwar zunächst auf das W ser, weil diese wegen ihres Zusammenhanges mit zahlreich atmosphärischen Processen von gröfster Wichtigkeit sind; b läufig mufs aber hier auch von der Verdunstung fester Kör und sonstiger Flüssigkeiten das Wesentlichste kurz erwäh werden. Wird diese Verdampfung durch höhere, namentli den Siedepunct übersteigende Hitze hervorgebracht, so geh sie nicht hierher, sondern unter den Abschnitt *Dampfbildu* im Artikel *Wärme*. Dafs aber im Allgemeinen starre Körp in mittlerer Wärme nicht so weit verdunsten, um den G wichtsverlust derselben messen zu können, ist bereits[1] erwäh worden, wohl aber war mehreren Physikern der Geruch au fallend, welchen manche Metalle, namentlich Kupfer, Eise Zink, Silber und andere, in höherer Temperatur oder dann, we sie gerieben werden, zu verbreiten pflegen[2], welcher dur losgerissene Theilchen derselben oder durch Stoffe, die von i nen bei der Berührung zersetzt werden, entstehn müfste, oh dafs ihre geringe Menge eine Messung oder Wägung, so w überhaupt die Möglichkeit gestattet, die Bestandtheile und d Aetiologie dieses Processes zu bestimmen. Die Verdunstun des *Quecksilbers* bei mittlerer Wärme wurde neuerdings dur Faraday[3] aufser Zweifel gesetzt, obgleich die Thatsach

1 S. Art. *Dunst*. Bd. II. S. 644.

2 S. Raschig in G. XXIII. 228. Scherer in dessen Journ. T III. S. 544.

3 Quarterly Journ. of Science N. XX. p. 355. Journ. de Phys. T XCII. p. 317. Schweigger's Journ. Bd. XXXII. S. 354.

Digitized by Google

vorher schon bekannt war, denn PICTET[1] sagt in seiner Anmerkung zu RUMFORD's Versuchen, es verdunste leichter im luftleeren Raume, als in der Luft. Dieses bezieht sich auf die seit langer Zeit allgemein bekannte Beobachtung[2], dafs sich im Torricelli'schen Vacuum, insbesondere wenn die directen Licht- oder Sonnenstrahlen diesen Theil des Barometers treffen, eine Menge kleine und selbst bis etwa zu einer halben Linie Durchmesser wachsende Quecksilberkügelchen ansetzen. FARADAY zeigte aber, wie man durch ein einfaches Verfahren, indem man einen Streifen Blattgold in einem Gefäfse über dem Spiegel des Quecksilbers aufhängt, das allmälige Aufsteigen der Dämpfe im lufterfüllten Raume daran wahrnehmen könne, dafs er sich von unten auf zunehmend mit dem Golde amalgamire. Bei einer Temperatur unter 0° C. findet indefs die Verdunstung nicht mehr statt, mindestens wurde bei 20° F. (−17,7 C.) das Blattgold nicht verändert, wie nahe dasselbe auch über der Quecksilberfläche hängen mochte. Unter die jenen Körper, von denen bekannt ist, dafs sie in niedriger Temperatur verdampfen, gehört der *Campher*, dessen Masse, der äufsern Luft eine längere Zeit frei ausgesetzt, allmälig abnimmt; auch zeigt der Geruch, dafs Theile von ihm losgerissen und als expansible Flüssigkeit verbreitet werden. Aus dem Geruche, welchen eine Substanz verbreitet, auf das Ausströmen einer elastischen Flüssigkeit zu schliefsen dürfte inzwischen doch voreilig seyn, denn es ist möglich, dafs unmefsbare feine Theilchen irgend einer Substanz, ohne das Vorhandenseyn eines selbstständigen Dampfes, mit den Bestandtheilen der Luft oder mit dem in letzterer vorhandenen Wasserdampfe verbunden mechanisch fortgerissen würden und durch dieses Vehikel zu den Geruchsorganen gelangten, wie denn auch G. G. SCHMIDT nicht ohne Grund vermuthet, dafs manche Blumen erst am Abend einen Geruch zu verbreiten beginnen, weil dann die Feuchtigkeit der Atmosphäre die riechbaren Theile derselben auflöst und mit sich fortreifst. Wollte man daher annehmen, dafs auch die Camphertheilchen nicht selbstständig, sondern blofs durch den Wasserdampf fortgerissen sich in der Luft verbreiten, so liefse sich ein Argument

---

1 G. II. 269.

2 ROBISON System of mechanical philosophy. T. II. p. 87.

hierfür aus dem Umstande hernehmen, dafs auf Wa schwimmende kleine Stückchen desselben gerade da am m lichsten abnehmen, wo die Oberfläche des Wassers sie rührt. Inzwischen ist es eine bekannte Erfahrung, dafs sic den Wandungen der Gläser, worin Campher aufbewahrt w unter dem Einflusse des Lichtes[1] und in mittlerer Wärme kl Campherkrystalle ansetzen, und dieses erfolgt nicht blofs stärker und in ungleich kürzerer Zeit im luftverdünnten noch besser im luftleeren Raume, sondern unter letzterer Be dung werden auch die bereits gebildeten Krystalle, ebenso beim Eise, durch den Einflufs der ungleichen Wärme v der losgerissen und nach der entgegengesetzten Seite ül geführt.

Aus diesen Thatsachen, die ich in mehreren über stimmenden Versuchen bestätigt gefunden habe[2], geht o Widerrede hervor, dafs der Campher wirklich im eigentlic Sinne des Wortes bei mittleren Temperaturen verdunstet, a aus denselben Beobachtungen, die ich hier nicht ausfüh cher mittheilen kann, folgt auch überzeugend, dafs der dem Campher selbst bis zur Schmelzhitze desselben erze Dampf von nur unmefsbarer Elasticität sey, und w Saussure[3] letztere bei 15°,5 C. dem Drucke einer Queck bersäule von 0,004 Meter gleich gefunden haben will, so m dieses auf einem Irrthume beruhn. Der gemeine Campher e hält in seinen festen Stücken eine geringe, sein Volumen ni erreichende Quantität Luft eingeschlossen, die im Vacuum ihm entweicht, und wenn diese aus ihm entfernt ist, so v mag der bei mittlerer Temperatur aus ihm entwickelte Da weder im Torricelli'schen Vacuum, noch wenn er sich unter Campane der Luftpumpe befindet, eine mefsbare Depress des Quecksilbers zu erzeugen. Dennoch nimmt sein Volum ab, wenn er längere Zeit in kleinen Stückchen an freier L liegt, Ballons und Campanen, worin sich Bruchstückchen d

1 Bei Gläsern, welche dem Einflusse des stärkern Tageslich oder der Sonnenstrahlen nie ausgesetzt wurden, habe ich die Ersch nung nicht wahrgenommen.

2 Physikalische Abhandlungen u. s. w. von G. W. Munc Giefsen 1816. 8. S. 393 ff.

3 L. Gmelin Handbuch der theoretischen Chemie. 1829. Th. S. 414.

selben befinden, zeigen sich, wenn sie gehörig exantlirt sind, nach einiger Zeit noch luftleer, aber mit einem starken Geruche nach Campher erfüllt, und die im Torricelli'schen Vacuum an einer Seite entstandenen Krystalle verschwinden, um sich an einer andern kälteren wieder anzusetzen. Der Campher verdunstet also überhaupt, aber ungleich schneller und stärker im Vacuum, als im lufterfüllten Raume; auch nimmt die Stärke seiner Verdunstung mit der Erhöhung der Temperatur bedeutend zu, wir können also nicht anders annehmen, als daſs er einen selbstständigen Dampf bilde, aber ohne meſsbare Elasticität. Letzteres steht nicht im Widerspruche mit anderweitigen Grundsetzen, denn auch der Dampf des Eises, welches bei einer Temperatur tief unter dem Gefrierpuncte des Wassers gleichfalls verdunstet, ist ohne meſsbare Elasticität, und als ich den Focus eines Brennspiegels gegen das obere Ende der Quecksilbersäule in der Torricelli'schen Röhre richtete, gerieth dieses Metall in starkes Aufwallen, ohne daſs die Quecksilbersäule meſsbar herabsank[1]. Auch die Quecksilberdämpfe haben daher bis nahe an die Siedehitze dieser Flüssigkeit keine meſsbare Elasticität, wie durch sonstige Erfahrungen gleichfalls erwiesen ist[2].

Auch der *Moschus* gehört unter die Zahl der starren Körper, von denen angenommen wird, daſs sie schon bei geringer Wärme verdunsten, wofür allerdings sein starker Geruch und die mit der Zeit statt findende Verminderung seiner Masse zeugen; allein er enthält Wasser und ätherisches Oel, seine Verdunstung kann also nicht als die eines starren Körpers betrachtet werden. Der *Phosphor* schwindet gleichfalls allmälig, jedoch nur in Folge einer langsamen Verbrennung, so daſs auch dieser Proceſs nicht als eigentliche Verdunstung gelten kann. Wollte man das Eis, welches entschieden bei allen bekannten Temperaturen verdunstet, als starren Körper betrachten, so müſste auch die feste Kohlensäure, welche nach Thilorier's Entdeckung gleichfalls sich stets in kohlensaures Gas auflöst, hierher gerechnet werden, allein das Eis scheint durch den Zustand der Flüssigkeit in den der Expansion über-

---

1 Physikalische Abhandlungen. S. 422.

2 S. Art. *Meteorologie*. Bd. VI. S. 1852. Vergl. *Adhaesion*. Bd. I. S. 206.

zugehn, und da aufserdem dasselbe erst aus dem Wasser bildet zu werden pflegt, so ist man gewohnt, seine Ver stung der des Wassers anzureihen. Auf ähnliche Weis auch die Kohlensäure erst flüssig, ehe sie durch die Kält rer eigenen Verdunstung fest wird, und sie gleicht also r sichtlich dieses ihres Verhaltens wahrscheinlich dem W und dem Eise.

Tropfbare Flüssigkeiten sind diejenigen Körper, bei nen die Verdunstung ganz eigentlich statt findet, und d steht vollkommen im Einklange mit dem allgemeinen, d LAPLACE und LAVOISIER[1] aufgestellten Gesetze, dafs Menge des Wärmestoffes den Aggregatzustand der Körper dingt, indem diese durch Vermehrung jenes aus dem Zust der Starrheit in den tropfbar flüssigen und dann in den förmigen übergehn, wobei der Wärmestoff als repulsives I cip wirkt. Kommt daher von letzterem zu den bereits tr baren Flüssigkeiten noch die erforderliche Menge hinzu, mufs Expansion erfolgen, und hierin liegt also der Gr warum diese insgesammt einer steten Verdunstung unterwo sind. Inzwischen leidet auch diese Regel Ausnahmen, d die *fetten Oele* verdunsten nicht, und es findet daher auch ihnen kein Sieden statt, wie PLACIDUS HEINRICH[2] und C RADORI[3] erwiesen haben. Vielen Oelen ist allerdings e gewisse Menge Wasser beigemengt, welche dann allmälig v dunstet und bei beginnender Siedehitze ein dem Sieden ä liches Aufwallen bewirkt; ist dieses aber entfernt, so fi kein eigentliches Verdunsten mehr statt, vielmehr erleiden eine Zersetzung, welche durch wachsende Hitze zunin und endlich eine gänzliche Veränderung der Substanzen h beiführt. Hieraus wird das Eindicken und Ranzigwerden fetten Oele, wie überhaupt der Fette, und der Geruch erkl lich, welchen dieselben verbreiten. Die *flüchtigen Oele* gegen, welche diesen Namen im Gegensatze gegen die fe erhalten haben, die verschiedenen *Aether-* und *Spiritusart* der *Schwefelkohlenstoff*, die *schweflige Säure* und überha

1 System der antiphlogistischen Chemie. Th. I. S. 30.

2 Phosphorescenz der Körper. Th. I. S. 183.

3 Ann. de Chim. T. XLII. p. 65. G. XII. 103. Vergl. PARR in G. XIX. 360.

die tropfbaren Flüssigkeiten verdunsten in sehr ungleichen Verhältnissen der Stärke. Es ist indefs unnöthig, die Verdampfungsgesetze aller einzelnen Flüssigkeiten speciell zu untersuchen, indem es vielmehr genügt, die allgemeinen und allen diesen Substanzen, nur mit gewissen Modificationen, zukommenden näher zu betrachten.

f) Die Stärke der Verdunstung ist verschieden nach der eigenthümlichen Beschaffenheit der Flüssigkeiten und im Allgemeinen der Höhe des Siedepunctes derselben umgekehrt proportional. Am merkwürdigsten in dieser Beziehung zeigt sich die *flüssige Kohlensäure*, welche unter den bis jetzt bekannten Flüssigkeiten den ersten Platz einnimmt[1]. Ihr Siedepunct liegt auf jeden Fall unter dem Gefrierpuncte des Wassers, denn in dieser Temperatur ist sie unter atmosphärischem Drucke bloß noch in expansiblem Zustande vorhanden, es läfst sich aber überhaupt unter diesem Drucke kein Siedepunct derselben auffinden, weil sie im festen Zustande stark verdunstet und dadurch eine Kälte von etwa — 100° C. erzeugt, woraus leicht zu ermessen ist, dafs es bis jetzt noch nicht gelingen konnte, sie einer äufsern Kälte auszusetzen, bei welcher sie tropfbar flüssig sieden könnte; doch wäre es möglich und der Analogie nach sogar wahrscheinlich, dafs sich in den tiefen Kältegraden Sibiriens oder des nördlichen America der Siedepunct derselben auffinden liefse. Nach den bisher bekannt gewordenen Erscheinungen mufs man aus ihrer starken Verdunstung bei — 100° C. schliefsen, dafs sie auch bei noch tiefern Kältegraden und selbst bis zur Grenze des absoluten Nullpunctes verdunsten würde, wobei jedoch ihr Siedepunct höher, als der Punct ihres Festseyns liegen müfste.

Ihr zunächst steht die *unvollkommene Schwefelsäure* oder *schweflige Säure*[2] *(acidum sulphurosum; acide sulfureux)*, eine farblose, durchsichtige und dünne Flüssigkeit, welche schon bei — 10° C. siedet und nach Art der flüssigen Kohlensäure in Folge der durch ihre eigene Verdunstung erzeug-

---

1 L'Institut. 1835. N. 126 u. 127. p. 327 ff. Poggendorff's Ann. XXXVI. 141.

2 S. Bussy in Ann. Chim. et Phys. T. XXVI. p. 63. Schweigger's Journ. Th. XLI. S. 451. Poggendorff's Ann. I. 237. Vergl. L. Gmelin's Handbuch der theor. Chem. Th. I. S. 296.

ten Kälte im Guericke'schen Vacuum zu einer weifsen flo Masse gesteht. Ihre Verdunstung ist ausnehmend star dafs sie in einer Temperatur über — 10° C. nur in G vorhanden seyn kann, jedoch ist jene weit geringer, a der Kohlensäure, weil sie erst durch Verminderung des druckes zu einem solchen Grade gesteigert werden mufs, sie das Gestehen der Flüssigkeit durch die unter — 18° C abgehende Kälte bewirken kann.

Dürfte angenommen werden, dafs die Stärke der Ve stung der Höhe der Siedepuncte genau umgekehrt propo sey, so würden sich hier zunächst die Aetherarten anr unter denen der leichte *Salzäther* schon bei 12° C., der *Schwefeläther* aber unter 36° C. siedet, und auch die *säure*, deren Siedepunct bei 27° C. liegt, allein mi keine Versuche bekannt, wodurch die Stärke der Verdun dieser Flüssigkeiten gemessen worden wäre, und wenn wir aus den Graden der erzeugten Kälte zu ermitteln suchen, s gen sich zwar alle in dieser Beziehung ausnehmend wir der Schwefelkohlenstoff scheint sie indefs dennoch zu treffen, ungeachtet er erst bei 40° C. siedet, wobei jedoc Blausäure eine Ausnahme macht, indem ein Tropfen d ben an einer Glasröhre oder auf Papier durch theilweises dunsten gefriert, weil ihr Gefrierpunct schon bei — 1 liegt[1]. Zur Erzeugung grofser künstlicher Kälte bedient sich übrigens meistens des Schwefelkohlenstoffs, welch stark verdunstet, dafs ein auf Wasser schwimmender Tr seine Umgebung in Eis verwandelt, und wenn er aus f Röhrchen verdampft, werden die Enden derselben so abgekühlt, dafs der atmosphärische Wasserdampf sich an nen als Eis in Form einer feinen, schneeähnlichen M ansetzt.

2) Die Stärke der Verdunstung aller Substanzen, und besondere der Flüssigkeiten, wird durch die Temperatur dingt. Dafs Campher mit zunehmender Wärme stärker dunste, mufs der Analogie nach erwartet werden und aus meinen erwähnten Versuchen thatsächlich hervor; al mein bekannt ist aber, dafs man diejenigen Gegenstände

1 Gay-Lussac in G. XL. 229. Vergl. L. Gmelin's Hand u. s. w. Th. I. S. 465.

türmen pflegt, bei denen man die Verdunstung der ihnen [illegible]hörenden Flüssigkeiten beschleunigen will. Hieraus folgt [illegible]n umgekehrt von selbst, dafs die Verdunstung abnehmen [illegible] zuletzt auf ein Minimum herabsinken müsse, wenn die [illegible]antität der Wärme, welche die Expansion des gebildeten [illegible]mpfes bewirkt, stets geringer wird. Genaue Maſsbestim[illegible]ngen hierüber für die verschiedenen Flüssigkeiten sind mir [illegible]ht bekannt, auch bezweifle ich, dafs sie bereits durch Ver[illegible]che ausgemittelt wurden, weil Letzteres sehr schwer seyn [illegible]fte, insofern die Wärmemenge nur eine einzige der ver[illegible]iedenen Bedingungen ist, die auf die Stärke der Verdun[illegible]g ihren Einfluſs äuſsern, und es kaum möglich seyn wür[illegible] die übrigen sämmtlich auszuschlieſsen oder gehörig in [illegible]chnung zu nehmen. Eine Bestimmung hierüber, jedoch nur [illegible] ungefähre, theilt Schübler[1] mit, welcher fand, dafs die [illegible]dunstung während 24 Stunden im Juli über zehnmal stär[illegible] war, als im Januar, wobei die Temperaturdifferenz bei[illegible] Tage 36° C. betrug, auch ist die bekannte unglaubliche [illegible]ockenheit der Luft unter der äquatorischen Zone in Folge [illegible] dortigen starken Verdunstung eine bekannte Sache. Der [illegible]n Haller[2] hervorgehobene Einfluſs der Sonnenstrahlen auf [illegible] Stärke der Verdunstung läſst sich einfach auf die erzeugte [illegible]ssere Wärme zurückführen, ohne dafs man gezwungen ist, [illegible] einer künstlichen Hypothese seine Zuflucht zu nehmen. [illegible]ichtiger und interessanter dagegen ist es, die Grenze aufzu[illegible]chen, bei welcher die noch vorhandene Wärme Dampf zu [illegible]den vermag und daher die Verdunstung aufhört. Dafs diese [illegible]cht da liege, wo die Flüssigkeiten in den Zustand der [illegible]arrheit übergehn, wuſste man lange vom Wasser, neuerdings [illegible]t man ebendieses bei der festen Kohlensäure und der Blau[illegible]ure gleichfalls wahrgenommen, denn wenn Tropfen der letz[illegible]ren an einer Glasröhre erstarren, so nehmen sie doch fort[illegible]ährend an Masse ab und verschwinden bald gänzlich. Am [illegible]emeinsten bekannt ist diese Thatsache beim Eise und ver[illegible]ent daher eine etwas nähere Betrachtung.

Dafs das Eis, wie das Wasser, verdunste, wuſste

1 Naturwissenschaftliche Abhandl. einer Gesellschaft von Wür[illegible]mb. Th. I. S. 211.

2 G. IV. 210.

man schon lange und wird sogar schon von Plinius[1] erwähnt. Bekannt ist, dafs man sich des anhaltenden Gefrierens bedient, um Cadaver und Präparate thierischer Körper ohne Fäulnifs austrocknen zu lassen, ja selbst in den Haushaltungen pflegt man die nasse Wäsche durch Gefrieren der nöthigen Trockenheit wenigstens nahe zu bringen. Gauteron[2] wollte sogar gefunden haben, dafs das Eis bei höheren Kältegraden stärker als bei niederen verdunste, und Wallerius[3] wollte diesen Irrthum verbessern, indem er annahm, es finde dieses blofs bei der Bildung des Eises statt; allein die Sache erklärt sich bald, wenn man nur berücksichtigt, dafs unter mittleren Polhöhen die gröfsere Kälte meistens mit heiterem Wetter und trocknen Luftströmungen verbunden ist, die alsdann eine steigende Verdunstung zur Folge haben, dafs tief erkältetes Eis bei sehr feuchter Luft nicht nur nicht verdunstet, sondern sogar an Volumen vermehrt wird. In Beziehung auf das Verdunsten des Eises überhaupt ist es allerdings ein auffallendes Phänomen, dafs Theilchen vom Eise, einem starren Körper, in Dampfgestalt fortgerissen werden, und darum wurde dasselbe auch so oft beachtet und bemerkt. Dieses geschah namentlich durch Mairan[4], Rumford[5] und Dalton[6], welcher aus seinen Versuchen folgerte, dafs die Verdunstung des Eises nach gleichen Gesetzen, als die des Wassers, erfolge. Wistar[7] brachte Eis von 0° C. Temperatur in ein Zimmer von — 17°,78 C. und sah einen sichtbaren Dunst von demselben aufsteigen, ein leicht zu erklärendes Phänomen, da der aus der verhältnifsmäfsig sehr warmen Substanz des Eises entwickelte Wasserdampf in der sehr kalten Umgebung anfangs zu undurchsichtigem Dunste niedergeschlagen wurde, woraus jener folgerte, dafs Destillationen in allen Temperaturen durch hinlänglichen Unterschied der Wärme zu bewirken

1 Hist. Nat. L. XXXI. Cap. 3.

2 Mém. de l'Acad. de Par. 1708. p. 451.

3 Schwed. Abhandl. 1746. Th. IX. S. 335. Vergl. Baron in Mém. de l'Acad. de Paris. 1753. p. 250.

4 Vom Eise. Deutsche Ueb. S. 240.

5 G. II. 263.

6 Memoirs of the lit. and phil. Soc. of Manchester. T. V. G. X. 140.

7 Amer. Philos. Trans. T. III. G. V. 354.

igen wären, was im Allgemeinen keinem Zweifel unter-
, in der Anwendung aber ein sehr beschränkendes Hin-
nifs darin findet, dafs tiefe Kältegrade bei mittlerer Tem-
tur nicht wohl ohne bedeutende Mühe und grofsen Auf-
nd zu erhalten sind. CARRADORI[1] beobachtete, dafs fri-
en Schnee in der sofort steigenden Kälte allmälig ver-
wand, und leitete die schnellere Verdunstung desselben,
die des Eises, von der gröfsern Oberfläche ab, die der
ührenden Luft durch denselben dargeboten wird. Aus der
ren Verdunstung des Schnees wird auch leicht erklärlich,
hoher Schnee in strengen Wintern, wenn er lange liegt,
Masse bedeutend abnimmt und daher nur verhältnifsmäfsig
ig Wasser beim Schmelzen liefert. Das Eis verdunstet
t blofs, wenn es der Luft frei ausgesetzt, sondern auch,
n es in poröse Körper eingeschlossen ist. Schon die
n leiteten das Verderben der Pflanzen durch Frost von
r zu starken Verdunstung ab, wie namentlich THEOPHRAST[2]
l PLINIUS[3] ausdrücklich bemerken, GÖPPERT[4] aber hat
t blofs das Verdunsten der Säfte aus gefrorenen Pflanzen-
en durch die Erfahrung nachgewiesen, sondern leitet auch
s Absterben der Pflanzen durch zu strengen Frost nicht wie
nlich aus einer Zerstörung der Fasern durch die Aus-
nung des Eises, sondern aus einer Entkräftung ab, welche
rch zu starkes Entziehen der Säfte, die nicht wieder her-
rfen, bewirkt wird, weswegen Pflanzen in geringerer,
r anhaltenderer und von starker Verdunstung begleiteter
te absterben, die unter andern Umständen eine gröfsere
e Beschädigung ertragen; auch mag die Erscheinung, dafs
nche Pflanzen in Grofsbritannien bedeutende Kältegrade aus-
ten, zum Theil mindestens darin ihren Grund haben, dafs
dort nicht durch zu grofse Wärme verweichlicht und zu-
ich einer stets feuchten Luft ausgesetzt sind. Höchst inter-
ant ist die durch FORSTER[5] gemachte Beobachtung, dafs

1 Brugnatelli Giorn. T. V. p. 202.

2 De causis plantar. Lib. V. cap. 12. p. 346. ed. SCHNEIDER.

3 Hist. Nat. L. XVII. C. 37. p. 404. ed. HARDUIN.

4 Ueber die Wärmeentwickelung in d. Pflanzen. Breslau 1830. 60.

5 Journal of a third Voyage for the discovery of a North-West sage cet. by PARRY. Lond. 1826. 4. p. 76.

das Eis auch bei den tiefsten Kältegraden verdunstet, die kleinen Eiskrystalle, die sich durch die Annäherun Menschen auf Metallflächen und optischen Gläsern in durch die gröfsten Kältegrade erstarrten Gegenden anl verschwanden zu jeder Zeit.

Das eigentliche Wesen des Verdunstungsprocesses Eise ist Gegenstand vieler Untersuchungen gewesen, i man stets fragte, in welcher Gestalt die vom Eise losge nen Theilchen wohl entweichen möchten, insofern da ein starrer Körper ist, die Theile daher nicht wohl in d Zustande der Festigkeit losgerissen werden können, an e gentliches Schmelzen des Eises aber in einer Temperatu ter dem Gefrierpuncte nicht wohl zu denken ist. CARR RI[1] nimmt daher an, der Procefs beruhe auf einer chem Affinität der Luft mit den Eispartikeln, welche letzteren gegenseitige Anziehung zu Krystallen vereinigt würden, wegen dann eine andere stärkere, diese daher überwin Kraft vorhanden seyn müsse. Ebendiese Ansicht theil MAN[2], welcher bemerkt, die Oberfläche des Eises müsse zu verdunsten, geschmolzen seyn, was nicht statt finden ne, da die Verdunstung sogar bei — 35° C. fortdaure, u könne daher nur eine chemische Verbindung zwischen me und Wasser als Ursache angenommen werden. Ebens gumentirt auch CARRADORI[3], sofern er annimmt, dafs di Luft sich chemisch verbindenden Eistheilchen zuvor Wärme in den Flüssigkeitszustand übergingen; allein könnte zuvor im Allgemeinen fragen, ob die Verbindun Wasser mit Wärme bei der gewöhnlichen Verdunstung blofs mechanische sey, und wollte man dieses deswegen jahen, weil durch Compression des Dampfes Wärme a schieden und Wasser in tropfbar flüssiger Gestalt frei ge wird, so müfste der aus dem Eise gebildete Wasserdampf anderer Beschaffenheit als der gewöhnliche seyn, was schwerlich zugeben wird. In dieser Beziehung war PAR allerdings mit sich consequent, als er den Wasserdam

---

1 Brugnatelli Giorn. T. V. p. 202.
2 Reise. Th. I. S. 704.
3 A. a. O.
4 G. XVII. 307. Vergl. Voigt's Magazin. Th. III. S. 1 ff.

r atmosphärischen Luft überhaupt für eine Verbindung von asser mit Sauerstoff hielt, wonach also die Verdunstung des ses für eine Auflösung desselben in Sauerstoffgas der Atsphäre gelten konnte, mithin die Schwierigkeit der Erklärung, auf welche eigenthümliche Weise beim Verdunstungsprocesse des Eises die Partikelchen desselben losgerissen und in Dampfgestalt fortgeführt werden, von selbst wegfällt, sofern lich starre Körper chemisch auflösbar sind. Diese Hypothese widerstreitet indefs gänzlich der neuerdings vielfach hervorgegebenen Thatsache, dafs das Eis im Guericke'schen Vacuum um so stärker verdunstet, je verdünnter die Luft ist, und dafs ser Verdunstungsprocefs so lange fortdauert, als der gebilten Dampf weggenommen wird. Richtig im Allgemeinen bleibt es immer, dafs dem Anschein nach die Repulsion der Wärme beim Eise zuerst den Zustand der tropfbaren Flüssigkeit erzeugen mufs, ehe neu hinzukommender Wärmestoff ihre Expansion zu bewirken vermag, und es ist nicht leicht zu begreifen, wie beide Processe beim Eise in der Art unmittelbar mit einander verbunden sind oder auf einander folgen, dafs Partikelchen des Eises losgerissen und als Dampf fortgeführt werden. Im Ganzen ist jedoch dieses Verhalten beim Eise nur auffallender und allerdings merkwürdiger, sofern dessen Theilchen durch stärkere Attraction zusammengehalten werden, als beim Wasser, denn bei der Bildung des Dampfes aus letzterem mufs gleichfalls die Adhäsion der einzelnen Theilchen unter sich überwunden werden. Eine durchaus befriedigende Erklärung dieser allerdings merkwürdigen Processe würde eine vollkommen deutliche Kenntnifs der Attractionsgesetze und ihrer verschiedenen Modificationen voraussetzen, die uns bekanntlich noch fehlt, und wir können sie daher nur an andere ähnliche anknüpfen. Dahin gehört wohl vorzüglich, dafs ein einzelner Tropfen Oel sich über eine große Wasserfläche ausbreitet, obgleich beide Flüssigkeiten sich nicht mit einander vermischen und daher die Anziehung ihrer Theilchen unter sich stärker ist, als die zu denen der andern; dennoch aber werden Theilchen von der Oberfläche des Oeles losgerissen und gehn eine neue Verbindung mit dem Wasser ein. Auf ähnliche Weise werden auch von der Oberfläche des Wassers, wie des Eises, Theilchen losgerissen und in expansibler Gestalt fortgeführt. Es handelt sich daher vor-

läufig nur um die Feststellung der Thatsache, nämlich ob losgerissenen Theilchen des Eises zuerst in den tropfbar sigen und dann in den exansibeln Zustand versetzt wer oder ob sie aus dem festen sofort in den letztern überg welches auf jeden Fall höchst unwahrscheinlich ist, da tropfbar flüssige Aggregatform zwischen der festen und pansibeln in der Mitte liegt und der Zustand der Expan als unmittelbare Folge der Verbindung starrer Körper Wärme minder leicht vorstellbar ist. Diese theoretis Schlüsse finden vollkommene Bestätigung durch meine Versu in denen bei einer Temperatur zwischen — 5° und — 12 Eiskrystalle von der einen inneren Wandung eines luftle Ballons zur gegenüberstehenden hinübergeführt wurden sich allmälig dort ansetzten, wobei zugleich im Allgeme vorausgesetzt werden mufs, dafs aller niedergeschlagene auf Körpern jeder Art sich ansetzende Dunst tropfbar flü ist, bevor er in Eis verwandelt wird, aufserdem aber gla ich den tropfbar flüssigen Zustand des an den Wandun des Glases sich allmälig anhäufenden und zu kleinen Eis deln oder Schneekrystallen vereinigten Wasserdunstes mittelst einer Loupe bestimmt wahrgenommen zu haben[1].

3) Die dritte Bedingung der Verdunstung liegt in leichten und schnellen Wegführung des bereits erzeugten D pfes, um dem neu zu bildenden Raum zu geben; denn n einem höchst merkwürdigen Gesetze ist die Affinität des W mestoffes zu den verschiedenen Körpern und sein Bestreb sich mit ihnen zur Dampfform zu verbinden, so stark, stets aufs neue Dampf gebildet wird; zugleich aber kann Dichtigkeit des Dampfes in einem gegebenen Raume *nur* zu einer gewissen, durch die Temperatur bedingten Gr wachsen, weil ein gewisser Theil des Wärmestoffes *stets* s sibel bleibt und nicht gebunden wird[2], und es kann da kein neuer Dampf gebildet werden, sobald der bereits geb dete die der Temperatur zugehörige Dichtigkeit erhalten h Hieraus werden eine Menge von Erscheinungen, die *bei* Verdunstung vorkommen, erklärlich. Dahin gehört zuerst Kälte, welche durch jede Luftbewegung entsteht, wenn

1 Physikalische Abhandlungen. S. 65. 73. 92. 112. 366.
2 S. Art. *Dampf*. Bd. II. S. 287.

bewegte Luftmasse nicht eine merklich höhere Temperatur hat und hierdurch die in Folge der Verdunstung entstehende Kälte verschwindet. Daher erzeugt Zugluft, das Fächeln und das [illegible] Abkühlung, wie man namentlich im Sommer empfindet, wenn die den menschlichen Körper umgebende, mit Dampf gesättigte Luft fortbewegt und frische, trocknere an ihre Stelle geschafft wird. Hierauf beruht dann auch der Einfluſs der Winde, je nachdem sie mehr oder weniger trocken sind. Schübler[1] fand die Verdunstung bei N., NO. und O. Winde selbst bei einer mittleren Temperatur von $-7^{0},5$ C. so stark, daſs die Oberfläche einer Eisschicht binnen 4 Monaten um 0,5 Zoll vermindert wurde. Nach Parrot's[2] Versuchen verdunstete eine Eisschicht selbst an Orten, die gegen Wind und Sonnenlicht geschützt waren, bei $-10^{0},75$ C. $\frac{1}{760}$ Zoll, bei $-16^{0},25$ $\frac{1}{200}$ Z., bei $-3^{0},75$ $\frac{1}{140}$ Z., bei $-0^{0},94$ $\frac{1}{100}$ Zoll in 24 Stunden, und hiernach erklärt er sehr überzeugend die Entstehung des *Rossols* (kleiner Häufchen Salzkrystalle) auf dem Eise des sibirischen Polarmeeres daraus, daſs die Wellen des Seewassers aus den dortigen Polinjen die Eisfläche überströmen, deren Wasser dann in Folge der trockenen Luft, des Windes und der Sonnenstrahlen sofort verdunstet und die Salzkrystalle auf der Oberfläche zurückläſst. Auf die durch Luftwechsel bewerkstelligte Vermehrung des Verdunstens tropfbarer Flüssigkeiten ist Montgolfier's Verdampfungsapparat (*Évaporatoire*) gegründet, welcher durch Clément und Désormes insofern verändert worden ist, daſs der gebildete Dampf nach Leslie's Verfahren absorbirt werden soll, und auf diese Weise kann die Vorrichtung zum Austrocknen gebraucht werden[3]. Im Wesentlichen besteht der Apparat aus einem *Ventilator* nach Art des durch Desaguliers angegebenen, vermittelst dessen die Luft in einem stetigen, möglichst starken Strome über die zu verdampfende Flüssigkeit hingeleitet wird. Uebrigens hat nach den Versuchen von

1 Naturwissensch. Abhandl. einer Gesellschaft in Würtemberg. Th. I. S. 211.

2 Physikalische Beobachtungen des Capitain-Lieutenant Baron v. Wrangel. Berlin 1827. 8. S. 5. Anm.

3 Ann. de Chimie. LXXVI. 34. LXXVIII. 183. G. XXXVII. 123. XLIII. 384. Schweigger's Journ. Th. II. S. 8.

Clément und Désormes die Gasart, worin die Verduns vorgeht, keinen Einfluſs[1].

Der wechselnde Zutritt neuer Luft kann jedoch die dunstung nur dann befördern, wenn diese noch nicht Dampf gesättigt ist, weil sie in letzterem Falle keinen n aufzunehmen vermag. Je trockner daher die Luft ist, d schneller werden Flüssigkeiten in ihr verdunsten. Score erwähnt die ungemeine Trockenheit der Luft in der Ge von Spitzbergen, wo das tief erkältete Polareis und die kalte Polarluft den gebildeten Wasserdampf begierig aufni ebenso zeigt sich die Luft in der Gegend der Hudsonsbai trocken, und ebendiese Eigenschaft derselben auf hohen B spitzen ist von de Saussure und Andern mehrmals bem worden. Noch ungleich höher läſst sich indeſs die Stärke der dunstung treiben, wenn man der Luft den aufgenomm Wasserdampf fortwährend durch absorbirende Körper, u denen salzsaurer Kalk und vorzüglich Schwefelsäure den sten Rang einnehmen, entzieht. Der entstandene Dampf m sich dann zwar leicht und schnell mit der umgebenden L inzwischen setzt diese dennoch seinem Aufsteigen und se freien Bewegung ein bedeutendes Hinderniſs entgegen, dieses wird daher um so viel geringer seyn, je dünner Luft ist, worin sich der verdampfende Körper befindet. Wi beide Bedingungen gemeinschaftlich, so muſs das Res desto auffallender seyn, und hieraus erklärt sich die st Verdunstung auf hohen Bergspitzen in der trocknen und gleich verdünnten Luft, der gewöhnliche Proceſs des Abd pfens und Austrocknens im Vacuum der Luftpumpe und die hen Grade der Kälte, die durch Verdunstung der Flüssigk ten und des Eises über Schwefelsäure im Guericke'schen V cuum nach Leslie[3] erzeugt werden.

4) Endlich wächst die Verdunstung mit der Vergrö rung der Oberfläche und muſs der Gröſse derselben prop tional seyn, wenn alle übrige Bedingungen gleich sind. Di ser Satz im Allgemeinen bedarf keines Beweises, denn er f von selbst aus der Natur der Sache, sofern die Bildung

1 Ann. de Chimie. T. XLII. p. 124. G. XIII. 141. XV. 148.
2 Account of the arctic Regions. T. I. p. 381.
3 G. XLIII. 375.

Dampfes über jedem einzelnen Theile der Oberfläche gleichmäfsig erfolgt; ist aber die Oberfläche sehr grofs, wie bei Seen und dem Meere, so wird die gebildete Dampfschicht durch die Luftströmung von einem Theile der Oberfläche dem andern zugeführt, und es kann also bei schon vorhandener Sättigung keine weitere Verdunstung statt finden, aufser in Folge erhöhter Temperatur und sofern die leichtere, mit Dampf erfüllte Luft aufsteigt, dagegen trocknere herabsinkt oder von der Seite zugeführt wird, ohne dafs sie lange genug an derselben Stelle verweilt, um völlig gesättigt zu werden, abgesehen davon, dafs der Dampf sich stets höher hebt und ohne eigentliches Aufsteigen der Luft den höhern trocknern Schichten zugeführt wird. Hieraus erklärt sich übrigens gleichfalls, warum der Schnee nach Carradori und Schübler so stark verdunstet und bei langem Liegen unter günstigen Bedingungen zuweilen ganz verzehrt wird.

Wenn die bisher erörterten Bedingungen die Verdunstung beschleunigen, so mufs die Abwesenheit jener Beförderungsmittel durch verminderte Wirkung oder völlig ausbleibende Verdampfung kenntlich seyn. Es ist bereits oben bemerkt worden, dafs namentlich Wasserdämpfe die Verdunstung mancher Substanzen zu befördern scheinen, indem namentlich Campher auf Wasser schwimmend an der Berührungslinie des Niveau's dieser Flüssigkeit vorzugsweise stark verdunstet, und verschiedene Körper, wie auch Blumen, bei feuchter Atmosphäre einen vorzüglich starken Geruch verbreiten. Interessante Versuche hat Faraday[1] angestellt, aus denen hervorgeht, dafs die meisten Körper in Temperaturen, in denen sie nicht zu verdunsten pflegen, auch durch die Anwesenheit des Wassers nicht zur Verdunstung gebracht werden. Zu diesem Ende füllte er Flaschen mit verschiedenen wässerigen Lösungen, steckte in diese Röhren, mit denjenigen Substanzen gefüllt, deren Verdunstung untersucht werden sollte, verkorkte und überband die Flaschen, liefs sie fast vier Jahre an einem dunkeln Orte stehn und prüfte dann durch Reagentien, ob ein gegenseitiger Uebergang der verschiedenen Substanzen zu einander statt gefunden hatte. Dieses war der Fall nur bei Kry-

---

1 Journal of the Roy. Inst. 1831. N. 1. p. 70. Poggendorff Ann. XIX. 545. Philos. Magaz. and Annals T. VIII. p. 383.

stallen von Kleesäure und verdünnter Schwefelsäure, A
sublimat und Kalilösung, salpetersaurem Ammoniak und v
dünnter Schwefelsäure. Bei allen 12 übrigen zeigte sich k
Spur. Wird eine Flüssigkeit durch eine andere minder flü
tige gebunden, so wird sie minder leicht verdunsten,
dieses nothwendig daraus folgen mufs, dafs dem Bestre
nach Verdampfung eine andere widerstrebende Kraft ent
genwirkt. Alkohol mit Wasser, Wasser mit Schwefels
gemischt oder Lösungen von Salzen enthaltend werden da
weniger leicht verdunsten, als im reinen Zustande. Hie
zeigt sich eine von GEHLEN[1] bereits als noch unerklärt
zeichnete Anomalie bei der Destillation des Branntweins,
dem anfangs vor dem Sieden dieser Verbindung von Was
und Alkohol nicht die letztere flüchtigere Substanz, sond
die erstere übergeht, so dafs man eine beträchtliche Me
reines Wasser erhalten soll, wenn man längere Zeit die d
erforderliche niedrige Temperatur beibehält, statt dafs be
beginnenden Sieden sogleich Weingeist abdestillirt wird.
der Raum über einem verdunstbaren Körper mit Dampf v
einer der bestehenden Temperatur zugehörigen Dichtigkeit a
gefüllt, so mufs die Verdunstung aufhören, bis der vorhande
Dampf fortgeführt ist. FONTANA bemerkte in dieser Beziehun
dafs Wasser in einem Gefäfse, welches überall verschloss
und nur durch einen engen Canal mit Recipienten von beli
biger Weite verbunden ist, wenig oder gar nicht verdampf
wird, GAY-LUSSAC[2] aber hat noch eine Menge hierher g
höriger Thatsachen zusammengestellt und daraus gefolge
dafs die Verdampfung durch einen steten Luftstrom mögli
gemacht oder bedeutend verstärkt wird. Giefst man Schwe
felsäure auf Salpeter, so entwickeln sich beim freien Zutrit
der Luft anhaltend salpetersaure Dämpfe, hören aber soglei
auf, wenn sich die Luft über der Oberfläche nicht erneue
kann. Unter andern erhielt er 30 Gran trocknes salzsaur
Kali in einem Platintiegel eine halbe Stunde lang in Flu
und es verlor nur 0,085 Gr., als ein nicht genau schliefsen
der Deckel auf dem Tiegel lag, beim freien Zutritte der Lu

1 Dessen Journal für die Chemie und Physik. Th. V. S. 663.

2 Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. I. p. 204. Gehlen's Journ. Th. V
S. 655.

betrug aber der Verlust in derselben Zeit 0,62 Gran, obgleich die Hitze nicht so hoch steigen konnte, auch sah man den Dunst nur dann reichlich, wenn der Deckel weggenommen wurde; man kann daher dieses und andere Salze durch Anwendung von Hitze stark austrocknen, ohne von ihrer Substanz beträchtlich zu verlieren, wenn man sie in leicht bedeckten Tiegeln behandelt. Ebenso bedarf es zur Bereitung der Zinkblume eines Luftstromes; Blei, Spiefsglanz und Wismuth dampfen stark bei der Rothglühhitze in offenen Gefäfsen und scheinen sonach flüchtig, in verschlossenen aber geben sie kein Sublimat. Aus diesen und ähnlichen Thatsachen folgt, dafs man den freien oder gehemmten Zutritt der Luft wohl berücksichtigen müsse, wenn der Grad der Flüssigkeit einer Substanz bestimmt werden soll; auch erklärt Gay-Lussac hieraus die Erscheinung, dafs bei der Destillation einer zusammengesetzten Substanz der flüchtigere Bestandtheil stets eine gewisse Menge des minder flüchtigen mit sich fortreifst, sofern seine Dämpfe hierbei die Stelle des Luftstromes vertreten. Wenn hiervon eine Anwendung auf ein Gemisch von Alkohol und Wasser gemacht wird, sofern die erstere dieser Flüssigkeiten bereits siedet, während die andere ihren Siedepunct noch nicht erreicht, so begreift man bald, dafs der Raum über der Mischung stets Wasserdämpfe enthalten mufs, wenngleich derselbe mit Weingeistdämpfen erfüllt ist[1], und die erstern werden sich stets erneuern, so lange sie durch die Bewegung der letzteren mechanisch fortgeführt werden.

Ein oben bereits beiläufig berührtes Problem, nämlich die *Grenze der Verdunstung*, ist von Faraday[2] zum Gegenstande genauerer Untersuchungen gemacht worden. Die Dämpfe aller Flüssigkeiten und überhaupt aller verdunstenden Körper nehmen durch Verminderung der Wärme nach einem Gesetze ab, welches bei der Untersuchung des Verhaltens dieser expansibeln Körper näher erörtert worden ist[3]. Aus der Stärke dieser Abnahme läfst sich schliefsen, dafs der Dampf aller Körper, insbesondere derjenigen, die nur bei hohen Temperaturen sieden, zuletzt eine sehr geringe Dichtigkeit haben müsse; ob er

1 S. meine physikalischen Abhandlungen. S. 356 ff.

2 Philos. Trans. 1827. p. 484. Ann. of Phil. New Ser. T. XII. p. 436. Poggendorff's Ann. IX. 1.

3 S. Art. *Dampf, Dichtigkeit desselben.* Bd. II. S. 370.

Entfernung vom Mittelpuncte der Erde bis auf eine versch dende Gröſse bei allen gleich ist und wir nach den gan ren Begriffen über die Dämpfe den ganzen eingeschloss Raum mit ihnen erfüllt uns vorstellen müssen, ohne eine ſsere Dichtigkeit derselben im untern als im obern Theil Raumes anzunehmen. Als interessante und über das v gende Problem Belehrung ertheilende Thatsachen führt RADAY an, daſs z. B. Silber in starker Weiſsglühhitze m lich verdampft, in geringerer Glühhitze aber so wenig, die empfindlichsten Reagentien keine Spur von Dampf be ken lassen, woraus zu schlieſsen ist, daſs die Grenze der dunstung bei diesem Metalle schon in beträchtlich hoher T peratur eintritt. Quecksilberdämpfe werden, wie bereit wähnt worden, bei — 6°,67 Wärme nicht mehr wahrgenom auch fand H. DAVY[1], daſs der Durchgang der Elektricität d die Torricelli'sche Leere und das Licht derselben in d sich zwischen — 7° und — 28° C. nicht ändere, wesw die Grenze der Verdunstung dieses Metalls bei der er Temperatur zu setzen wäre. BELLANI[2] hing einen Str polirtes Zink in einer Flasche über etwas concentrirter Sc felsäure auf, deren Siedepunct bei 313° C., also dem des Qu silbers nahe liegend, gesetzt wird, und fand nach zwei ren keine Veränderung der Zinkplatte, woraus hervorzu scheint, daſs bei der angewandten Temperatur keine Verd pfung der Schwefelsäure statt findet.

FARADAY nimmt an, daſs auſser der Schwere bei Verdampfung noch die *Cohäsion* wirksam sey. Er bracht das untere Ende eines Glasröhrchens einige Stücke Camp machte es luftleer, schmolz das obere Ende zu und bede dieses mit etwas stets naſs erhaltenem Flieſspapier. In F der Abkühlung bildeten sich nach einigen Tagen Kryst aber nur einige wenige, und der entstandene Dampf mu daher von diesen stets aufgenommen werden. Hieraus fol er, daſs der Campherdampf zwar in Berührung mit dem G expandirt bleibt, seine Elasticität aber in der Berührung einem bereits gebildeten Krystalle verliert, weil die Expan des Dampfes durch die Berührung eines bereits erstar

1 Philos. Trans. 1822. p. 71.

2 Brugnatelli Giornale di Fisica cet. T. V. p. 197.

stückes Campher in Folge einer Kraft, die er Cohäsion nennt, überwunden und vernichtet wird. Aehnliche Erscheinungen bieten das Iod, Calomel, ätzendes Sublimat, Antimonoxyd, Naphthalin, Oxalsäure und andere Körper dar. Wollen wir die hierbei unverkennbar sich thätig zeigende Kraft auch nicht Cohäsion nennen, sondern allgemein *Attraction*, so ist nicht in Abrede zu stellen, daſs eine solche, die auch die Krystallbildung in tropfbaren Flüssigkeiten bedingt, wirklich in der Natur vorhanden sey und dem Bestreben nach Verdampfung entgegenwirke. Nach diesem allen wird es höchst wahrscheinlich, daſs die von FARADAY angenommene *Grenze der Verdunstung* wirklich existirt und bei einigen Körpern, als Quecksilber, Schwefelsäure u. s. w., welche erst über 300° C. sieden, schon über oder nahe unter dem Gefrierpuncte des Wassers, bei andern flüchtigern aber tiefer liegt.

Ein specieller, vorzugsweise vielfach bearbeiteter Zweig der Untersuchungen über die Verdunstung bezieht sich auf die des *Wassers* auf der Oberfläche unserer Erde, deren Gröſse man auszumitteln suchte, um aus den Resultaten die Menge des herabfallenden hydrometeorischen Wassers zu erklären. Die meisten der für diesen Zweck bestimmten Versuche wurden mit *Atmidometern* angestellt, allein es ist oben[1] gezeigt worden, daſs diese Apparate diejenigen Bedingungen nicht erfüllen können, welche beim gewöhnlichen Verdunsten auf der Oberfläche unserer Erde, die bald kahl, bald mit Vegetabilien oder einer freien Wasserfläche bedeckt ist, statt finden, es können daher nur genäherte Werthe erhalten werden, aus denen jedoch hervorgeht, daſs der Ursprung der Quellen und die Hydrometeore hieraus sich befriedigend erklären lassen. Alles hydrometeorische Wasser, welches auf kahle oder mit niedrigen Pflanzen bedeckte Ebenen herabfällt, wird durch Verdunstung gröſstentheils wieder entfernt, und die Stärke der letzteren ist meistens geringer, als sie seyn könnte, wenn der Boden feuchter wäre; was aber auf Berge fällt, insbesondere auf bewaldete, läuft herab oder sinkt in die Erde, und bildet auf diese Weise die zahlreichen Quellen. Statt genauer Maſsbestimmungen lassen sich daher nur die wichtigsten Versuche beibringen,

1 S. Art. *Atmometer*. Bd. I. S. 432.

aus denen jedoch das oben ausgesprochene Resultat gen hervorgeht.

Einer der Ersten, welcher Versuche über die Verdun anstellte, um daraus die wässerigen Meteore und haupt lich den Ursprung der *Quellen*[1] abzuleiten, war Hal Dieser setzt die Stärke der Verdunstung in der wärmsten reszeit täglich auf 0,1 engl. Zoll, und berechnet, insbeso mit Rücksicht auf die See, dafs hierdurch eine genü Menge Wasser gegeben wird, um daraus die Hydrome und den Ursprung der Quellen zu erklären. Crucquius stimmt die Stärke der Verdunstung für Holland jährlich Zoll, Wallerius[4] für Schweden um das Ende des Juni lich zu 0,25 Zoll. Die früher am meisten benutzten Me gen sind die von Sedileau[5] zu Paris mit einem gew chen Atmometer angestellten, wonach er im Jahre 168 die einzelnen Monate in altpariser Fufsmafs erhielt:

Januar . .	0 Zoll	6,25 Lin.		Juli . . .	4 Zoll	7,50	
Februar . .	0 —	7,00 —		August .	4 —	4,50	
März . . .	1 —	7,75 —		September	2 —	9,00	
April . . .	2 —	7,00 —		October .	1 —	1,25	
Mai . . .	5 —	1,00 —		November	0 —	8,67	
Juni . . .	4 —	2,25 —		December	0 —	6,25	

Der ganzjährige Betrag der Verdunstung zu Paris wäre nach also 28 Z. 8,42 Lin. Gehler[6] gründet hierauf ein rechnung der mittleren Verdunstung auf der ganzen Erd fläche, die ich aber weglasse, weil die dabei zum Grund legten Gröfsen allzu schwankend sind. Wir dürfen mi cherheit annehmen, dafs in ebenen, bebauten Gegenden jährliche Verdunstung nicht gröfser sey, als die Menge herabfallenden hydrometeorischen Wassers beträgt, und

1 S. Art. *Quelle*. Bd. VIII. S. 1024.

2 Philos. Trans. 1687. T. XV. N. 189. 192. T. XVI. p. Vergl. T. XVIII. N. 212. p. 183.

3 Philos. Trans. N. 381.

4 Schwedische Abhandl. D. Ueb. 1739.

5 Mém. de l'Acad. de Paris. 1692.

6 Alte Ausg. Bd. IV. S. 206.

Unvollkommenheit der Verdunstungsmesser ist es daher am ersten, die letztere Gröſse bei den Maſsbestimmungen hier-r zum Grunde zu legen. Da aber die jährliche Regen-nge zu Paris[1] nach Arago nur 17,91, nach Gasparin n 20,8 Par. Zoll beträgt, so ergiebt sich hieraus, daſs Se-uur's Versuche, so wie alle mit den gewöhnlichen At-metern angestellte, keine richtigen Gröſsenbestimmungen ge-n können. Aus dieser Ursache erhielten auch Daniell[2] Bostock[3] aus ihren Versuchen, wobei sie sich eines sil-nen Gefäſses bedienten, keine ihnen selbst genügenden Re-ate.

Wie unvollkommen aber die Aufklärungen seyn mögen, man vermittelst der gewöhnlichen Atmometer über die ſse der Verdunstung, namentlich über die mittlere ganz-nge zu erhalten vermag, so wollen wir dennoch einige nere Erfahrungen hierüber zusammenstellen, weil diese min-tens eine Vergleichung unter einander gestatten und zu-ich den Einfluſs der verschiedenen mitwirkenden Bedingun-überblicken lassen. Nach Kirwan[4] betrug die Ver-stung bei seinem Atmometer von 25,23 engl. Quadratzoll äche in einer Stunde im Maximum bei 20°,27 C. Wärme Grains und im Minimum nur 2 Grains. Für das ganze hr berechnet er die Höhe der verdunsteten Wassermasse zu ,6 engl. Zoll, welches der Regenmenge trockner Jahre in gland gleich kommen soll. Ganz anders ist das Resultat, ches Dobson[5] zu Liverpool in den Jahren 1772 bis 1775 einem runden, 12 Z. im Durchmesser haltenden Atmo-ter erhielt, wobei er den Abgang stets durch hinzugegos-nes Wasser wieder ersetzte. Die so gemessene Verdunstung trug im Mittel

---

1 S. Art. *Regen.* Bd. VIII. S. 1314.
2 Journ. of Science, Lit. and Arts. N. 33.
3 London Journ. of Science. N. 36.
4 On the Variations of the Atmosphere. Dublin 1801. Ch. I.
5 Philos. Trans. T. LXVII.

Januar . .	1,50	engl.	Zoll.	Juli . . .	5,11	engl.	Zoll.
Februar .	1,74	—	—	August .	5,01	—	—
März . . .	2,64	—	—	September	3,18	—	—
April . . .	3,30	—	—	October	2,51	—	—
Mai . . .	4,34	—	—	November	1,51	—	—
Juni . . .	4,41	—	=	December	1,49	—	—

im ganzen Jahre also 36,78 engl. Zoll, statt dafs die Re- menge 37,48 engl. Z. betrug. Dalton[1] mafs während Jahren die Verdunstung zu Manchester mittelst eines ru Atmometers von 10 Zoll Durchmesser und erhielt folg- Gröfsen, wobei jedoch die vier ersten und der letzte M blofs nach Schätzung bestimmt sind.

Januar . . .	1,500	Zoll	Juli . . .	6,628	Zoll
Februar . . .	2,000	—	August . .	6,058	—
März	3,500	—	September	3,398	—
April	4,500	—	October. .	2,351	—
Mai	4,959	—	November	2,042	—
Juni	6,487	—	December	1,500	—

im Ganzen 44,4 Zoll, also beträchtlich mehr, als die m lere Regenmenge daselbst, die nur zu etwa 34 Zoll an geben wird. Von Schübler's[2] zahlreichen Beobachtun erwähne ich nur, dafs hiernach die ganzjährige Verdunst mit einem im Schatten stehenden Atmometer gemessen, Jahre 1827 zu Tübingen 28 Z. 0,6 Lin., zu Babenhausen 2 2,16 Lin. Par. Mafs, im Jahre 1826 aber dort 20 Z. 5,4 L hier 20 Z. 1,6 Lin. betrug, und dafs er die Ursache di Ungleichheit in den vorherrschenden trocknen Winden finden glaubte. Vom Jahre 1828 hat derselbe die Gröfse monatlichen und der mittleren täglichen zu Tübingen an geben[3].

1 Memoirs of the Soc. of Manchester. T. V. p. 666. G. 201.

2 Schweigger's Journ. Th. LIV. S. 219.

3 Ebendaselbst Th. LVIII. S. 208.

	Verdunstung monatl.	Verdunstung tägl.		Verdunstung monatl.	Verdunstung tägl.
Januar	16,3 Lin.	0,53 Lin.	Juli . . .	44,5 Lin.	1,43 Lin.
Februar	8,7 —	0,30 —	August .	37,9 —	1,22 —
März	19,6 —	0,63 —	September	31,7 —	1,05 —
April	34,5 —	1,15 —	October	15,8 —	0,51 —
Mai	44,4 —	1,43 —	November	7,1 —	0,23 —
Juni	44,6 —	1,48 —	December	8,9 —	0,29 —

Im Ganzen betrug also die Höhe der im Jahre verdunsteten Wassermenge 26,18 Par. Zoll und die mittlere tägliche 0,86 Par. Linien. Werden die drei Jahre zur Vergleichung zusammengestellt, so ergiebt sich zu Tübingen:

für 1826	. . .	20,45 Par. Zoll
— 1827	. . .	28,05 — —
— 1828	. . .	26,18 — —

welches im Mittel der Menge des dort herabfallenden hydrometrischen Wassers ungefähr gleich ist. Schübler bemerkt indefs, dafs im letzten Jahre die Gröfse der Verdunstung die des herabgefallenen Regen- und Schneewassers etwas übertroffen habe, und überhaupt wird hieraus ersichtlich, dafs, wie die Regenmenge und mittlere Temperatur, so auch die Gröfse der Verdunstung nicht in allen Jahren gleich ist. In heifseren Gegenden ist die Verdunstung ungleich stärker, wie kaum zu erwähnen nöthig scheint, da die Gröfse der Verdunstung überhaupt der Höhe der Temperatur in einem noch nicht genau bestimmten Verhältnisse proportional ist; jedoch darf auch als bekannt vorausgesetzt werden, dafs die vorherrschende Feuchtigkeit oder Trockenheit des Klima's hierauf einen bedeutenden Einflufs äufsert, weswegen an einigen Orten, namentlich in den südamericanischen Waldungen, Holz und Elfenbein nicht im trocknen Zustande zu erhalten sind, statt dafs in manchen Wüsten thierische Körper nicht faulen, sondern vertrocknen. Dürfte man voraussetzen, dafs die umgebende Luft stets trocken wäre und die Winde keinen Einflufs äufserten, so liefse sich die Menge des erzeugten Dampfes aus den Dichtigkeiten desselben bei den jedesmaligen Temperaturen bestimmen. Dieser Satz, welcher aus der Theorie folgt, wird

durch DALTON's[1] Versuche bestätigt, und DANIELL[2] hat h
nach eine Tabelle der Wassermenge berechnet, welche in
ner Minute bei verschiedenen Temperaturen verdunstet,
den angegebenen Ursachen kann diese aber von keinem p
tischen Nutzen seyn, da die vorausgesetzten Bedingungen
Trockenheit und sich stets gleichen Bewegung der Luft
neswegs als statt findend anzunehmen sind.

Die Gröfse der Verdunstung bei Wasserflächen liefse
hiernach also noch am leichtesten berechnen; schwieriger d
es seyn, sie bei der Erdoberfläche auf ein genaues Mafs
rückzubringen, und die Schwierigkeit wächst, da der Bo
rücksichtlich der Kraft, seine Feuchtigkeit zurückzuhal
höchst verschieden ist, abgerechnet dafs der Umstand, o
mit niedrigern oder höhern Pflanzen bedeckt ist, einen
deutenden Unterschied herbeiführt. Der nackte und un
schattete Erdboden verdunstet stärker, als eine Wasserflä
weil die rauhe Oberfläche mehr Berührungspuncte darb
und die auffallenden Sonnenstrahlen eine gröfsere Erhitz
erzeugen; daher das schnelle Austrocknen der Felder, W
u. s. w. nach einem Regen bei nachfolgendem Sonnensch
Pflanzen und Bäume schützen den Boden gegen die Erw
mung, die hydrometeorischen Wasser dringen daher in d
selben ein und erzeugen dadurch die Quellen. Dennoch w
allgemein behauptet, dafs mit Pflanzen bedeckte Flächen
stärkere Verdunstung geben, als nackte, weil die Pflanzen
gen der grofsen, der Luft dargebotenen Oberfläche so a
nehmend stark verdunsten, ein Resultat, welches nur d
statt finden kann, wenn wir annehmen, dafs die Vegetabi
aufser dem Wasser, welches sie durch die Wurzeln aufsau
auch noch eine beträchtliche Menge aus der Luft aufnehm
Rücksichtlich der Thatsache selbst erwähnt MUSSCHENBRO
die starke Verdunstung der Pflanzen, bemerkt jedoch, dafs
machten Erfahrungen gemäfs[4] zwar die meisten Pflanzen s
stark, einige dagegen nur wenig und einige sogar überha
nicht die Verdunstung begünstigen. Am bekanntesten ist

1 G. XV. 24. XVII. 65.
2 Meteorolog. Essays. p. 164.
3 Introductio in Phil. Nat. T. II. §. 2297.
4 Hist. de l'Acad. de Par. 1749. p. 382.

Digitized by Google

stimmung von HALES[1], wonach die Verdunstung einer Sonnenblume (*helianthus annuus*) von 3,5 Fufs Höhe an einem Sommertage 1,25 ℔., also ebenso viel, als die einer nackten Fläche von 3 Quadratfufs, betragen soll. KIRWAN[2] nimmt gleichfalls an, dafs die Verdunstung einer mit Pflanzen bedeckten Fläche stärker sey, als die einer nackten, und nach den Versuchen von WILLIAMS[3] verdunstet eine waldige Gegend ein Drittel mehr, als eine gleich grofse Wasserfläche, Moreau de JONNES[4] aber giebt nach Versuchen an, dafs ein Eupatorium, 2,66 Gramme schwer, in 30 Tagen 204 Gramme verdunstete, ein Goyarabaum von gleichem Gewichte aber nur 100 Gramme in gleicher Zeit. JOHN DALTON[5] dagegen ist anderer Ansicht, aber in Folge von Versuchen, welche mehr Gewicht haben, als die bisher angegebenen. WATSON fand, dafs in einer dürren Zeit von einem kurz vorher abgeschornen Grasplatze täglich etwa 0,07 Zoll Wasser verdunstete. Nimmt man diese Gröfse als Mittelwerth für die tägliche Verdunstung im Mai, Juni, Juli und August, und setzt man die jährliche Verdunstung doppelt so grofs, als die in diesen 4 Monaten, so beträgt sie gegen 18 Zoll, also nur die Hälfte der mit dem Atmometer beobachteten und 6 Zoll weniger, als die jährliche Regenmenge. Eine Vorrichtung, welche DALTON selbst hergestellt hatte, um die Verdunstung des Erdbodens zu messen, bestand aus einem 3 Fufs tiefen, aber nur 10 Z. weiten, mit Erde gefüllten und in den Boden gesenkten Gefäfse von Eisenblech. Mit diesem sollte aber zugleich die Menge des nicht verdunstenden, und daher zur Speisung der Quellen dienenden Wassers gemessen werden, zu welchem Ende das überflüssige Wasser aus einem Röhrchen in ein Gefäfs ablief. Abstrahiren wir von der Abänderung der gewöhnlichen Beschaffenheit des Erdbodens, welche hierdurch und durch die nur 3 Fufs betragende Tiefe des Gefäfses hervorgebracht wurde, so ergab sich im Mittel aus dreijährigen Messungen die Gröfse der Verdunstung = 25,148 Zoll und die Regenmenge

1 Vegetable Statics. §. 1.

2 A. o. a. O.

3 Transact. of the Soc. of Philad. T. II. p. 150.

4 Ueber die Veränderungen, die durch Ausrottung der Wälder u. s. w. entstehn. Deutsche Ueb. Tüb. 1828. S. 125.

5 Manchester Memoirs. T. V. p. 346. G. XV. 265.

= 29,915 Z., woraus also folgen würde, dafs der Unters = 4,767 Z. zur Speisung der Quellen dient. Ist gleich Folgerung nicht völlig begründet, so giebt sie doch w stens irgend einen Anhaltpunct, und aufserdem war die Messen der Verdunstung dienende Fläche eine Zeit lang n zu einer andern Zeit mit Gras und Kraut bewachsen, dafs dieses auf die Gröfse der Verdunstung einen merkli Unterschied hervorbrachte. Wir können also aus diesen suchen schliefsen, was auch aus andern Gründen wahrsch lich ist, dafs die Menge des verdunstenden Wassers bei n tem Boden von der bei bewachsenem, wenn Gras und drige Kräuter darauf stehn, nicht abweicht.

Wie begierig die Wärme sich mit den verdampfb Körpern verbindet, ersieht man daraus, dafs die Luft s einen Theil ihrer freien Wärme abgiebt, um mit den ihr gänglichen Flüssigkeiten sich zu Dampf zu verbinden. H aus entsteht das, was man *Verdunstungskälte* zu nennen pf wovon im Art. *Wärme* die Rede seyn wird.

M.

Verfinsterung.

Finsternifs; *Eclipsis;* Éclipse; *Eclipse.*

Wir tragen hier noch dasjenige nach, was oben im *Finsternifs*, wo blofs das Allgemeine dieser interessanten scheinungen und auch dieses nur nach der älteren Met de mitgetheilt wurde, im Rückstande geblieben ist. würdige, leider zu früh aus unserer Mitte geschiedene V jenes Artikels war der Ansicht, dafs eine Anleitung zur st gen Berechnung der Finsternisse in diesem Werke nicht geben werden könne, weil sie allemal weitläufig ausfa würde. Die Folge wird aber zeigen, ob diese Meinung gründet ist, und ob nicht die analytische Darstellung die Gegenstandes kürzer, deutlicher und zugleich genügen ist, als alle jene sogenannten populären Betrachtungen, gewöhnlich nur die Oberfläche der Sache berühren und d Leser nicht in den Stand setzen, dieselben auf specielle Fä anzuwenden oder die auf diesem Wege begonnenen Unters

...ngen selbst weiter zu führen. Die Physik hat, gleich der Astronomie, obschon viel später, auch eine rein mathematische Grundlage erhalten, ja sie ist erst seitdem in die Reihe der eigentlichen Wissenschaften eingetreten, und es hieſse den Werth einer solchen Basis verkennen, wenn man sie fortan nicht überall, wo sie hingehört, anwenden wollte.

I. Mondfinsternisse.

Gleich unserem Vorgänger beginnen auch wir mit den Finsternissen des Monds, da ihre Berechnungen von allen die einfachsten sind. Wir nennen hier und im Folgenden a und p die wahre (geocentrische) Rectascension und Poldistanz, x die Aequatorial-Horizontalparallaxe, m den geocentrischen Halbmesser und r die Distanz des Monds von der Erde; für das andere Gestirn, das hier gewöhnlich die Sonne ist, bezeichnen wir dieselben Gröſsen nach der Reihe durch α, π, ξ, μ und ϱ. Die stündlichen Aenderungen dieser Gröſsen aber wollen wir durch die Differentialformen ∂a, ∂p, $\partial \alpha$... ausdrücken.

Die Mondfinsternisse haben[1] immer nur zur Zeit des Vollmonds statt, und es ist gezeigt worden, wie man sich überzeugen kann, ob zur Zeit eines gegebenen Vollmonds eine Finsterniſs eintritt oder nicht. Für den ersten Fall sey t die Zeit der wahren Opposition beider Gestirne, die man aus den astronomischen Ephemeriden durch eine einfache Proportion finden kann. Für diese Zeit der Opposition ist also $a = 180^\circ + \alpha$. Sey noch $\pi - p$ die Differenz der Poldistanzen beider Gestirne für dieselbe Zeit. Am einfachsten ist es, die Sonne oder eigentlich die Erde ruhn zu lassen und dafür dem Monde die Differenz der Bewegungen beider Gestirne (in Rectascension und Declination) zu geben, wodurch offenbar das Phänomen, wie es uns erscheint, nicht geändert wird. Auch wollen wir diese in Beziehung auf die ruhende Erde von dem Monde beschriebene Bahn oder diese *relative Bahn* des Monds für die kurze Zeit der Dauer einer Finsterniſs als geradlinig annehmen, was ebenfalls ohne merklichen Fehler erlaubt seyn wird, da bei Bestimmungen dieser Art selten

---

1 Vergl. Art. *Finsterniſs*. Bd. IV. S. 251.

eine so grofse Genauigkeit gefordert wird, dafs die gerl Krümmung dieser Bahn eine besondere Berücksichtigung v diente.

Fig. 250. Sey nun C der Mittelpunct des kreisförmigen Schr EDF, der entsteht, wenn der Schattenkegel der Erde du eine Ebene geschnitten wird, die durch den Mittelpunct Monds senkrecht auf die Axe dieses Kegels geht. Es st AMB die relative Bahn des Monds vor, und es sey CB sen recht auf dem Aequator AC, so wie CM senkrecht auf relativen Bahn AB. Dieses vorausgesetzt suche man zuerst Neigung BAC = n der relativen Bahn des Monds und kürzeste Distanz CM = e der Mondbahn von dem Mitt puncte C des Schattenschnitts. Nehmen wir an, der Mo gehe in dieser relativen Bahn während einer Stunde durch d Weg ab. Man ziehe ac parallel mit AC und bc senkre auf ac, so ist $bc = \partial\pi - \partial p$ die relative stündliche Bew gung des Monds in Poldistanz, und da der Mond im Allg meinen aufser dem Aequator liegt und von demselben um d Gröfse $90^0 - \pi$ absteht, so ist $ac = (\partial a - \partial \alpha)\,\text{Sin.}\,\pi$ die r lative stündliche Bewegung des Monds in Rectascension. I nun der Winkel bac gleich BAC oder gleich n ist, so h man in dem Dreiecke abc sofort

$$\text{Tang. n} = \frac{\partial\pi - \partial p}{(\partial a - \partial\alpha)\,\text{Sin.}\,\pi} \quad \ldots \quad (A)$$

und dadurch ist die Neigung n der relativen Mondbahn ge geben. Da nun der Mittelpunct des Monds zur Zeit t sei ner Opposition im Puncte B ist, so hat man $BC = \pi -$ p und da überdiefs der Winkel BCM = BAC = n ist, so i auch

$$e = (\pi - p)\ \text{Cos. n} \quad \ldots \quad (B)$$

wodurch also auch die kürzeste Distanz e gegeben wir Auch ist

$$ab = \frac{\partial\pi - \partial p}{\text{Sin. n}}$$

die stündliche relative Bewegung des Monds in seiner Bahn AB, so dafs man daher jeden Bogen dieser Bahn nur durch die Gröfse $\frac{1}{ab}$ oder durch

$$h = \frac{\text{Sin. n}}{\partial \pi - \partial p}$$

zu multipliciren braucht, um sofort auch die *Zeit* zu erhalten, in welcher dieser Bogen vom Monde beschrieben wird. Nennen wir nun R den Halbmesser jenes Schattenschnitts, wie er von der Erde aus gesehn wird. Um diese Gröfse zu bestimmen, sey S der Mittelpunct der Sonne, T der Erde und M des Monds. Zieht man die Sonne und Erde berührende Linie stA, und Mm senkrecht auf STA, so ist der Winkel MTm gleich diesem scheinbaren Halbmesser R des Schattenschnitts Mm oder es ist, wenn man die Linie sTD durch den Mittelpunct der Erde zieht, Fig. 251.

$$R = MTm = DTm - DTM.$$

Aber

$$DTm = Tms + Tsm,$$

das heifst, nahe

$$DTm = x + \xi,$$

und

$$DTM = sTS = \mu,$$

also auch[1]

$$R = x + \xi - \mu.$$

Sey nun wieder C der Mittelpunct des Schattenschnitts EKF und AK die relative Bahn des Monds. Man ziehe CB senkrecht auf AE, und CM senkrecht auf AK, so ist der Mittelpunct des Monds zur Zeit der Opposition in B und zur Zeit der Mitte der Finsternifs in M, wo die Sehne HK der Mondbahn in M halbirt wird. Dieses vorausgesetzt hat man in dem rechtwinkligen Dreiecke CMB, da nach dem Vorhergehenden $BC = \pi - p$ und $BCM = n$ ist, Fig. 252.

$$BM = BC \text{ Sin. } BCM$$

oder

$$BM = (\pi - p) \text{ Sin. n},$$

also auch die Zeit, die der Mond braucht, diesen Bogen BM mit seiner relativen Bewegung zu durchlaufen, gleich

$$h.(\pi - p) \text{ Sin. n}.$$

Dieses ist aber die Zeit zwischen der Opposition in B und der Mitte der Finsternifs in M, so dafs man daher, da die Zeit t

1 Vergl. Bd. IV. S. 253.

der Opposition bereits bekannt ist, für die Zeit Θ der I
der Finsternifs hat

$$\Theta = t \pm h.(\pi - p) \, \text{Sin.} n \quad . \; . \; . \quad (C)$$

wobei das obere oder untere Zeichen gilt, je nachden
Mitte der Finsternifs nach oder vor der Opposition fällt.

Dieser Punct M der Mitte der Finsternifs ist zugleicl
Ort, wo der Mond am stärksten oder um die Gröfse
verfinstert wird. Um diese *Gröfse der Finsternifs* zu fi
hat man

$$LD = CD - CL. \quad \text{Aber } CL = CM - LM,$$

also auch

$$LD = CD + LM - CM$$

oder

$$LD = R + m - e.$$

Gewöhnlich drückt man diese Gröfse der Finsternifs nicl
Minuten oder Secunden, wie es hier geschehn ist, sonde
Zollen aus, indem man dem Halbmesser des Monds s
Zoll giebt. Auf diese Weise wird demnach die Gröfse
Finsternifs

$$LD = (R + m - e) \frac{6}{m} \text{ Zoll}$$

betragen.

Um nun auch den Anfang und das Ende oder allge
diejenige Zeit der Finsternifs zu finden, wo die Verfinste
des Mondes ω Zoll beträgt, sey für diese Zeit der Mittelp
des Mondes in M′ und der Winkel $MCM' = u$. Man
demnach

$$\text{Cos.} u = \frac{e}{CM'} = \frac{e}{R - D'M'} = \frac{e}{R - (D'L' - L'M')}.$$

Aber

$$L'M' = m$$

und

$$D'L' : m = \omega : 6 \text{ oder } D'L' = \frac{m\omega}{6},$$

also auch

$$\text{Cos.} u = \frac{e}{R + m - \frac{m\omega}{6}} \quad . \; . \; . \quad (D).$$

...nnt man aber so den Winkel (D), so erhält man auch den ...gen MM' durch die Gleichung

$$MM' = CM\ Tang.u = e\,Tang.u,$$

...d daher ist die Zeit T der Verfinsterung des Monds von ω ...llen

$$T = \Theta \pm h.e\,Tang.u \ldots (E).$$

...r den Anfang und das Ende der partiellen Finsterniſs hat ... $\omega = 0$, für Anfang und Ende der totalen Finsterniſs ...=12, für den Ein- und Austritt des Mondcentrums in den ...schatten ist $\omega = 6$ u. s. w. Durch die Gleichungen (A) bis ... werden alle Fragen gelöst, die man über die Mondfinster... aufstellen kann. Diese Gleichungen lassen sich, wie ... sieht, auf eine einzige zurückbringen, wenn man bereits ... zwei Gröſsen n und e kennt, nämlich auf die Gleichung

$$T = t \pm h.(p - \pi)\ Sin.n \pm h.\sqrt{\left(R + m - \frac{m\omega}{6}\right)^2 - e^2},$$

...che die Zeit T der Finsterniſs von ω Zollen giebt. Für den ...fang und das Ende der partiellen Finsterniſs ist $\omega = 0$, für ...fang und Ende der totalen $\omega = 12$, für den Ein- und ...tritt des Mondmittelpuncts in den Schatten ist $\omega = 6$, und ... die Mitte der Finsterniſs oder für die Zeit der gröſsten ...finsterung ist $\omega = \frac{6}{m}(R + m - e)$, wo dann dieser letzte ...erth von ω selbst die Gröſse der Verfinsterung bezeichnet.

II. Sonnenfinsternisse im Allgemeinen.

Wenn man die Erscheinungen einer Sonnenfinsterniſs für ... ganze Oberfläche der Erde im Allgemeinen sucht, so wer... die vorhergehenden Ausdrücke mit einigen geringen Aen...rungen auch hier ihre Anwendung finden. Da die Sonnen...sternisse nur zur Zeit des Neumonds entstehn können, wo ... Mond zwischen uns und die Sonne tritt, so wird man für ... zuerst die Zeit t der *Conjunction* suchen, wo $a = \alpha$ ist. ...halten wir dann die oben gewählten Zeichen bei, so erhält ...n wieder n und e durch die Gleichungen

$$Tang.n = \frac{\partial\pi - \partial p}{(\partial a - \partial\alpha)\,Sin.\pi} \ldots (A') \text{ und } e = (\pi - p)\,Cos.n \ldots (B').$$

Fig. 253. Bezeichnen nun L, S und T den Mittelpunct des Monds, Sonne und der Erde und stellt A den Beobachter auf Oberfläche der Erde dar, so ist ALT = x die Horizonta rallaxe des Monds und AST = ξ die der Sonne. Ferne LAS = u die scheinbare Entfernung der Sonne und des M des, wie sie von dem Beobachter auf der Erde gesehn w LTS = y aber die geocentrische Entfernung dieser bei Gestirne, wie sie einem Beobachter im Mittelpuncte der E erscheinen würde. Da aber in jedem Dreiecke der äuf Winkel gleich den zwei innern entgegengesetzten ist, so man

$$u + x = y + \xi,$$

also auch

$$y = u + x - \xi.$$

Für den Anfang oder das Ende der partiellen Finsternifs $u = m + \mu$, also auch

$$y = m + \mu + x - \xi;$$

für den Anfang und das Ende der totalen Finsternifs ist $u = m -$ also auch

$$y = m - \mu + x - \xi;$$

für den Augenblick der centralen Finsternifs ist $u = 0$, auch

$$y = x - \xi \text{ u. s. w.}$$

Dieses vorausgesetzt hat man also, wie zuvor, für die Z Θ der Mitte der Finsternifs

$$\Theta = t \pm (\pi - p)\, h \,\text{Sin.}\, n \quad \ldots \quad (C')$$

und setzt man dann

$$\text{Cos.}\, u = \frac{e}{m + \left(1 - \frac{\omega}{6}\right)\mu + x - \xi} \quad \ldots \quad (D'),$$

so hat man für die Zeit T einer Finsternifs von ω Zollen

$$T = \Theta \pm h . e \,\text{Tang.}\, u \quad \ldots \quad (E')$$

wo wieder

$$h = \frac{\text{Sin.}\, n}{\partial \pi - \partial p} \text{ ist.}$$

Für den Anfang und das Ende der partiellen Finsternifs wieder $\omega = 0$, für die totale Finsternifs ist $\omega = 12$, für d centrale ist $\omega = \frac{6}{\mu}(m + \mu)$ oder $\text{Cos.}\, u = \frac{e}{x - \xi}$ u. s. w., v

Digitized by Google

[...]n der Halbmesser der *Sonne* in sechs Zoll getheilt vorausgesetzt wird.

Im Vorhergehenden ist, der gröfsern Allgemeinheit wegen, der Aequator allen Rechnungen zum Grunde gelegt worden. Wählt man dafür die Ekliptik, so werden a, α die Längen und p, π die Poldistanzen des Monds und der Sonne von dem Pole der Ekliptik bezeichnen, wo also $\pi = 90°$ und $\alpha = 0$ gesetzt wird.

Alle vorhergehende Rechnungen setzen voraus, dafs an dem gegebenen Tage des Voll- oder Neumonds eine Finsternifs auch in der That statt habe. Wenn dieses nicht der Fall ist, so wird auch in den obigen Ausdrücken für Cos. u diese Gröfse die Einheit überschreiten, zum Zeichen, dafs u imaginär ist oder dafs keine Finsternifs statt haben kann. Die hierher gehörenden Unterscheidungen sind schon oben[1] auseinandergesetzt worden. Kürzer noch läfst sich der Gegenstand so ausdrücken. Ist u die Entfernung des Monds (zur Zeit der Opposition bei einer Mondfinsternifs und zur Zeit der Conjunction bei einer Sonnenfinsternifs) von seinem nächsten Knoten mit der Ekliptik, so hat man zur Entscheidung der Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer Mondfinsternifs

$$\text{Sin.}\,u = \frac{\text{Sin.}\,(m - \mu + x + \xi)}{\text{Sin.}\,n}$$

und ebenso für eine Sonnenfinsternifs

$$\text{Sin.}\,u = \frac{\text{Sin.}\,(m + \mu + x - \xi)}{\text{Sin.}\,n}.$$

Da die Gröfsen m, x und ebenso μ, ξ veränderlich sind, so wird man für sie ihre gröfsten und kleinsten möglichen Werthe wählen und damit die Werthe von u berechnen. Man findet auf diese Weise für Mondfinsternisse, dafs sie gewifs statt haben, wenn zur Zeit der Opposition u kleiner ist als 9° 31′, und dafs eine Finsternifs unmöglich ist, wenn u gröfser als 12° 4′ ist. Eine Sonnenfinsternifs aber hat gewifs statt, wenn zur Zeit der Conjunction in Länge u kleiner ist, als 15° 24′, und sie ist unmöglich, wenn u gröfser ist, als 18° 22′. Ist u zwischen diesen beiden Grenzen, so mufs man

1 S. Art. *Finsternifs*. Bd. IV. S. 254.

durch eine genauere Rechnung untersuchen, ob die Finst statt haben kann.

III. Sonnenfinsternisse für einen bestim ten Ort der Erdoberfläche.

Um für einen gegebenen Ort der Oberfläche der Erd Erscheinungen einer Sonnenfinsternifs durch Rechnung vo zubestimmen, mufs man vor Allem die *scheinbaren*, d. h von der Parallaxe afficirten Orte der Sonne und des M nebst den stündlichen Veränderungen dieser scheinbaren kennen. Es ist bereits oben[1] gezeigt worden, wie man scheinbaren Orte findet, wenn man zuvor die *wahren* (von dem Mittelpuncte der Erde gesehenen) *Orte* der Ges aus den Planetentafeln oder aus den astronomischen Eph riden kennt. Seyen demnach für die Zeit T der wahren C junction beider Gestirne a, p und m die scheinbare Rectas sion und Poldistanz des Mittelpunctes und der scheinbare D messer des Monds, und nennen wir ebenso α, π und μ selben Gröfsen für die Sonne. Die stündlichen Aenderun dieser Gröfsen wollen wir, wie oben, durch ihre Differen ∂a, ∂p und $\partial \alpha$, $\partial \pi$ ausdrücken und der Kürze wegen

$$f = \partial a - \partial \alpha \text{ und } g = \partial \pi - \partial p$$

setzen, so dafs demnach f und g die stündliche schein relative Bewegung des Monds für die als ruhend ange mene Sonne bezeichnen. Dieses vorausgesetzt sey T + t gesuchte Zeit des Anfangs und Endes der Finsternifs, wie von dem gegebenen Orte der Erdoberfläche gesehn wird. für diese Zeit die beiden Gestirne sich mit ihren Rändern

Fig. rühren, so ist in dem rechtwinkligen Dreieck ASL, w
254. und L die Mittelpuncte der Sonne und des Monds beze nen, die Hypotenuse $SL = m + \mu$ und die beiden theten

$$AL = (a - \alpha + ft)\,\text{Sin.}\,\pi$$

und

$$AS = \pi - p + gt,$$

so dafs man daher die Gleichung hat

---

1 S. Art. *Parallaxe*. Bd. VII. S. 237.

Digitized by Google

$$\pm\mu)^2 = (a - \alpha + ft)^2.\mathrm{Sin.}^2\pi + (\pi - p + gt)^2 \;\ldots\; (F)$$

as untere Zeichen für die innern Berührungen der Rän-
der für den Anfang und das Ende der totalen Finster-
gehört. Diese Gleichung ist für die in ihr enthaltene
e t vom zweiten Grade, oder sie giebt zwei Werthe von
es welchen der eine für den Anfang und der andere für
Ende der Finsternifs gehört.

Um noch die *Gröfse* der Finsternifs zu finden, sey Θ die
zwischen dem Anfange und dem Ende oder die *Dauer*
insternifs, und S der Mittelpunct der Sonne, so wie A Fig. 255.
B der des Monds im Anfange und am Ende der Fin-
fs. In dem gleichschenkligen Dreiecke ASB ist $AS = BS$
$+\mu$, und wenn man $SL = R$ auf AB senkrecht zieht,
nn L den Mittelpunct des Monds zur Zeit der Mitte
insternifs bezeichnet, so hat man, da $\sqrt{f^2 + g^2}$ die stünd-
Bewegung des Monds in seiner relativen Bahn AB ist,

$$AB = \Theta.\sqrt{f^2 + g^2},$$

ach

$$R^2 = (m + \mu)^2 - \tfrac{1}{4}\Theta^2.(f^2 + g^2).$$

t man aber so die Gröfse R, so ist

$$CD = SL - CL - SD$$

;

$$CD = R - (m - CD) - (\mu - CD),$$

heifst,

$$CD = m + \mu - R \;\ldots\; (G)$$

dieser Werth von CD bezeichnet die gröfste Phase der
ernifs, so dafs demnach die gesuchte Gröfse der Finster-
gleich

$$(m + \mu - R)\frac{6}{m}\ \text{Zoll}$$

, wenn der Halbmesser der Sonne in sechs Zoll ge-
wird. Bei diesen Berechnungen kann die Bestimmung
einbaren Orte der beiden Gestirne, die eigentlich den
ten Theil der Auflösung bildet, beträchtlich abgekürzt
, wenn man bedenkt, dafs hier der Natur der Aufgabe
nicht die gröfste Schärfe erforderlich ist. Man wird also
quemsten auf folgende Weise verfahren. Man suche für
eit T der Conjunction die *wahre, geocentrische* Recta-
n a und Poldistanz p des Monds, so wie dieselben

Gröſsen a und π für die Sonne. Ist dann x die Hor talparallaxe des Monds, so hat man, wenn man die kleine Parallaxe der Sonne hier ganz vernachlässigt, fü Differenz der *scheinbaren* Rectascensionen und Poldist beider Gestirne die Ausdrücke[1]

$$A = (a - \alpha) \text{Sin.} \pi - x \text{Cos.} \varphi \text{Sin.} s,$$

$$D = (\pi - p) - x \text{Sin.} \pi \frac{\text{Sin.} (\varphi - \omega)}{\text{Cos.} \omega},$$

wo s den Stundenwinkel der Sonne und φ die geograp Breite des Beobachters bezeichnet und wo die Hülfsgr durch die Gleichung

$$\text{Tang.} \omega = \text{Cotg.} \pi \text{ Cos.} s$$

bestimmt wird. Nennt man dieselben beiden Gröſsen fü Stunde früher oder später A′ und D′ und setzt wieder

$$f = A' - A \text{ und } g = D' - D,$$

so hat man, wie zuvor, die Gleichung

$$(m \pm \mu)^2 = (A + ft)^2 + (D + gt)^2 \quad . \; . \; . \quad (H),$$

aus welcher man die doppelten Werthe von t findet, wo T + t die gesuchte Zeit des Anfangs oder des Endes de sternifs bezeichnet.

IV. Bestimmung des Weges des Mondsc tens auf der Oberfläche der Erde.

Bei einer Sonnenfinsternifs wird die Oberfläche de von der Spitze des Schattenkegels getroffen, den der hinter sich wirft. Da der Mond seinen Ort am Himmel Augenblick ändert und da auch die Erde sich sowol die Sonne, als auch zugleich um ihre eigene Axe bewe scheint es keine leichte Aufgabe zu seyn, für jeden A blick während der Dauer einer Sonnenfinsternifs alle d gen Orte auf der Oberfläche der kugelförmigen Erde a ben, die von dem Mittelpuncte sowohl, als auch von andern Puncte des kreisförmigen Schattenschnitts jenes mit der Erde getroffen werden, und dadurch gleichsa ganzen Verlauf der Erscheinungen der Finsternifs für d

---

1 S. Art. *Parallaxe* a. a. O.

nte Oberfläche der Erde oder den ganzen Weg dieses tens auf der Erde zu bestimmen. Die folgende Darstel- möchte wohl die einfachste seyn, die man zur Auflösung s Problems geben kann. Man denke sich durch den Mit- Fig. 256. unct L des Monds eine ebene Tafel LBEA senkrecht auf Gerade gestellt, welche die Mittelpuncte der Sonne und Erde verbindet. Diese Gerade treffe die Tafel in dem te C. Man ziehe CA parallel mit dem Aequator und LF f senkrecht. Nennen wir CF = y und FL = z die zwei echten Coordinaten, welche den Ort des Monds gegen Punct C, d. h. gegen die Projection der Erde in jener bestimmen, so hat man sofort, wenn man die vorher- den Bezeichnungen beibehält,

$$y = (a - \alpha) \text{ Sin. } \pi \text{ und}$$
$$z = \pi - p.$$

n wir nun den Ort auf der Oberfläche der Erde, der zu gegebenen Zeit eine gegebene Distanz Δ der Mittelpuncte onne und des Monds als *gröfste* Phase sieht. Da die Phase einer Finsternifs für jeden Ort der Erde dann statt wenn die an diesem Orte gesehene Distanz der beiden me die kleinste ist, so mufs, wenn B die Projection des chters an diesem Orte in jener Tafel ist, der Punct B two in der geraden Linie liegen, die durch den Mond L und auf der scheinbaren Bahn LA desselben senkrecht steht. also BL senkrecht auf LA, so ist, wenn n die Neigung elativen Mondbahn gegen den Aequator bezeichnet,

$$EAL = BaL = BLF = n,$$

wenn daher $BL = \Delta$ jene beobachtete Distanz bezeich- so ist

$$Bf = EF = \Delta \text{ Sin. } n$$

$$Lf = \Delta \text{ Cos. } n$$

daher auch

$$\left.\begin{array}{l} CE = CF + EF = y + \Delta \text{ Sin. } n \\ BE = FL - Lf = z - \Delta \text{ Cos. } n \end{array}\right\}.$$

diese Weise kann man also die zwei Coordinaten CE EB, welche den Ort der Projection B des Beobachters n die Projection C des Mittelpuncts der Erde bestimmen,

für jeden Augenblick während der ganzen Dauer der Fi
nifs auf eine sehr einfache Weise durch Rechnung besti
so dafs also diese Gröfsen CE und EB als bekannte od
gegebene Gröfsen unsers Problems zu betrachten sind.

Allein es giebt noch andere Ausdrücke für dieselben
fsen, die man erhält, wenn man bedenkt, dafs CE un
nichts Anderes, als die Parallaxen der Rectascension un
clination des Monds für denselben Ort B der Erdobe
bezeichnen. Nennt man aber x und ξ die Horizontalpa
des Monds und der Sonne, und bezeichnet s den Stu
winkel der Sonne und φ die geographische Breite des
achters, so hat man[1]

$$\left.\begin{array}{l} CE = (x-\xi)\,\mathrm{Cos.}\,\varphi\,\mathrm{Sin.}\,s \\ BE = (x-\xi)\,(\mathrm{Sin.}\,\varphi\,\mathrm{Sin.}\,\pi - \mathrm{Cos.}\,\varphi\,\mathrm{Cos.}\,\pi\,\mathrm{Cos.}\,s) \end{array}\right\},$$

wo wieder $90^0 - \pi$ die Declination der Sonne bez
Setzt man aber die beiden Werthe dieser Gröfsen C
BE einander gleich und nimmt man, der Kürze wegen,

$$Y = \frac{y + \Delta\,\mathrm{Sin.}\,n}{x-\xi} \text{ und } Z = \frac{z - \Delta\,\mathrm{Cos.}\,n}{x-\xi},$$

so hat man

$$\left.\begin{array}{l} \mathrm{Cos.}\,\varphi\,\mathrm{Sin.}\,s = Y \\ \mathrm{Sin.}\,\varphi\,\mathrm{Sin.}\,\pi - \mathrm{Cos.}\,\varphi\,\mathrm{Cos.}\,\pi\,\mathrm{Cos.}\,s = Z \end{array}\right\},$$

und da diese zwei Gleichungen nur die zwei unbek
Gröfsen φ und s enthalten, so wird man sie aus ihnen
stimmen können. Eliminirt man nämlich zuerst aus ihne
Gröfse s, so erhält man

$$\mathrm{Sin.}\,\varphi = Z\,\mathrm{Sin.}\,\pi + \mathrm{Cos.}\,\pi\,.\sqrt{1 - Y^2 - Z^2} \;\ldots\; (I)$$

und wenn man so φ kennt, so ist auch s durch die
chung

$$\mathrm{Sin.}\,s = \frac{Y}{\mathrm{Cos.}\,\varphi} \;\ldots\; (K)$$

gegeben. Diese zwei Gleichungen (I) und (K) lösen abe
sere Aufgabe in allen ihren Theilen vollständig auf.
Gleichung (I) giebt die Polhöhe φ oder die *geographische B*
des Orts, der zu einer gegebenen (z. B. Pariser) Zeit die

1 Vergl. Art. *Parallaxe* a. a. O.

μ Δ beider Gestirne als gröſste Phase sieht. Die zweite Gleichung (K) aber giebt den Stundenwinkel der Sonne, d. h. wahre *Ortszeit*, die, mit der gegebenen Pariser Zeit verglichen, auch sofort die *geographische Länge* des gesuchten Orts auf der Oberfläche der Erde giebt. Setzt man in diesen beiden Gleichungen

$$\varDelta = m + \mu - \frac{\omega \mu}{6},$$

erhält man alle die Orte der Erde, die zu einer gegebenen Pariser Zeit eine Verfinsterung der Sonne von ω Zollen sehn. Auf diese Weise giebt $\omega = 0$ alle Orte, die bloſs eine äuſsere Berührung der Ränder sehn, und man erhält so die zwei krummen Linien auf der Oberfläche der Erde (zwei Linien, da Sin. φ sowohl, als auch Sin. s ebenfalls zu einem zweifachen Werthe von φ und s gehören), deren Bewohner bloſs den Anfang oder bloſs das Ende der Finsterniſs sehn. Ebenso giebt $\omega = 6$ oder $\varDelta = m$ alle Orte der Erde, welche die Sonne zur Zeit ihrer gröſsten Verfinsterung genau halb verfinstert sehn; $\omega = 12$ oder $\varDelta = m - \mu$ giebt alle Orte, die die Berührung der inneren Ränder sehn; $\omega = \frac{6}{\mu}(m + \mu)$ oder $\varDelta = 0$ giebt die Orte, welche eine centrale Finsterniſs sehn, d. h. alle die Orte, über welche die Axe des Schattenkegels des Monds hinzieht, u. s. w.

Gebrauch der beobachteten Finsternisse zu geographischen Längenbestimmungen.

Da die Mondfinsternisse in wirklichen Beraubungen des Mondlichts durch den Schatten der Erde bestehn, so wird der Anfang und das Ende und überhaupt jede Phase dieser Finsternisse an allen Orten der Erde, die nur überhaupt den Mond selbst sehn können, in einem und demselben Augenblicke gesehn. Wenn man also eine solche Finsterniſs an mehreren Orten beobachtet hat, so darf man nur die *Ortszeiten* dieser Beobachtungen von einander subtrahiren, um sofort auch die Differenzen der geographischen Längen dieser Orte zu erhalten. Hat man z. B. den Anfang einer Mondfinsterniſs zu Paris um $7^h\,30'\,40''$ Pariser Zeit und zu Wien um $8^h\,26'\,50''$ Wiener Zeit beobachtet, so folgt daraus, daſs Wien um

$0^h\ 56'\ 10''$ östlicher liegt, als Paris. Es ist gleichviel, ob Zeiten mittlere oder wahre Sonnenzeiten oder auch Stern sind, wenn nur für beide Orte dieselbe Zeitart gebraucht Die Mondfinsternisse scheinen demnach ein sehr beq Mittel zu Längenbestimmungen zu geben. Allein dieses tel gewährt keine Genauigkeit, da der Schatten der Er dem Monde nur sehr unvollkommen begrenzt erscheint, so daſs den Anfang und das Ende dieser Finsternisse nie mit S anzugeben im Stande ist. Etwas genauer sind die Beo tungen der Ein- und Austritte der Flecken des Monds i aus der Schattengrenze. Besser noch sind die Beobacht der Verfinsterungen der Jupitersmonde, wenn sie in den S ten ihres Hauptplaneten treten. Aber auch sie gewähren nicht die gewünschte Uebereinstimmung, selbst wenn m beiden dem Jupiter nächsten (als die zu diesem Zwecke lichsten) und wenn man von ihnen nahe ebenso viele als Austritte wählt. Es soll dabei Rücksicht darauf geno werden, daſs die Fernröhre, die man an beiden Orten geb nahe gleiche Stärke haben, daſs die Durchsichtigkeit d nicht zu verschieden ist, daſs man die der Opposition z hen Finsternisse als ungewiſs gänzlich ausschlieſst u. s. w genauer kann man die Sonnenfinsternisse und die Bedeck der Fixsterne durch den Mond beobachten, da hierbei ei etwas geübter Beobachter wohl selten um eine ganze Zeitse fehlen kann, daher auch diese vorzugsweise zu geographi Längenbestimmungen angewendet werden. Allein da Finsternisse nicht mehr, wie jene, in wirklichen Beraubu sondern nur in Verstellungen des Lichtes bestehn, ode andern Worten, da solche Finsternisse, der Parallaxe w nicht von allen Orten der Erde in demselben Augenblick sehn werden, so kann auch die auf sie gegründete Berech der geographischen Länge nicht mehr so einfach seyn, w den Finsternissen des Monds oder der Jupiterssatelliten.

Aus den Tafeln oder aus genauen Ephemeriden sucht für zwei Pariser Zeiten, die nahe die ganze Zeit der üb Finsterniſs gesammelten Beobachtungen umfassen, die oder geocentrische Länge und Poldistanz, den Halbmesser die Horizontalparallaxe beider Gestirne und daraus (nach Formeln des Art. *Parallaxe*) auch die *scheinbare* (oder der Parallaxe afficirte) Länge und Poldistanz, so wie

scheinbaren Halbmesser beider Gestirne, und daraus endlich die beiden Gröfsen f und g durch folgende Ausdrücke

$$f = \frac{\text{stündl. Aenderung ☾} - \text{stündl. Aenderung ☉}}{3600}$$

in scheinbarer Länge und

$$g = \frac{\text{stündl. Aenderung ☾} - \text{stündl. Aenderung ☉}}{3600}$$

in scheinbarer Poldistanz. Dieses vorausgesetzt sey T die gegebene Ortszeit des beobachteten Anfangs oder Endes der Sonnenfinsternifs oder der Sternbedeckung und t die (wenigstens genähert bekannte) östliche Länge dieses Ortes von Paris (wo für westliche Längen t negativ genommen wird). Für die Zeit T — t suche man nun aus dem Vorhergehenden durch eine einfache Proportion

die scheinbare Länge des Monds	a und der Sonne	α
die scheinb. Poldistanz - -	p - - -	π
den scheinb. Halbmesser - -	m - - -	μ

wo also für Sternbedeckungen vom Monde μ gleich 0 ist.

Ist nun die oben genähert angenommene Zeit t richtig angenommen worden und ist auch in den Gröfsen a, p, α, π ... kein Fehler (der Planetentafeln) enthalten, so mufs die Gleichung statt haben

$$(m \pm \mu)^2 = (a - \alpha)^2 \operatorname{Sin.}^2 P + (p - \pi)^2,$$

wo

$$P = \frac{p + \pi}{2} \text{ ist.}$$

Allein diese Voraussetzung wird nur sehr selten oder gar nie statt haben, da die Gröfse t (die gesuchte Längendifferenz der beiden Beobachtungsorte) etwa nur aus einer fehlerhaften Landcharte oder vielleicht gar nur nach einer Schätzung genommen werden mufste, und da auch die Sonnen- und Mondtafeln bekanntlich noch manchen Fehlern ausgesetzt sind, die ebenfalls ihren Einflufs auf die letzte Gleichung ausüben werden. Vorzüglich gilt dieses von den Gröfsen a, p, m des Monds, dessen Tafeln überhaupt noch Manches zu wünschen übrig lassen. Nehmen wir also an, dafs diese Gröfsen a, p, r und vorzüglich die Gröfse t noch fehlerhaft sind und dafs die

wahren Werthe derselben nach der Ordnung $a+\partial a$, $p+\partial p$, $m+\partial m$ und $t+\partial t$ seyn sollen, wo also ∂a, ∂p, ∂m und ∂t unbekannte Gröſsen sind, die wir nun bestimmen wollen. Nach dieser Voraussetzung wird also die vorhergehende Gleichung in folgende übergehn

$$(m+\partial m\pm\mu)^2=(a+\partial a-\alpha-f\partial t)^2\,\mathrm{Sin.}^2P+(p+\partial p-\pi-g\partial t)^2$$

oder, wenn man, da doch die Gröſsen ∂a, ∂t ... nur klein seyn können, die zweiten Potenzen derselben wegläſst,

$$\begin{aligned}(m\pm\mu)^2+2(m\pm\mu)\partial m=(p-\pi)^2&+2(p-\pi)(\partial p-g\partial t)\\&+2(a-\alpha)(\partial a-f\partial t)\,\mathrm{Sin.}^2P\\&+(a-\alpha)^2\,\mathrm{Sin.}^2P.\end{aligned}$$

Setzt man, um diesem Ausdrucke eine bequemere Gestalt zu geben,

$$\mathrm{Tang.}\,\omega=\frac{p-\pi}{(a-\alpha)\mathrm{Sin.}P}\text{ und }\Delta=\frac{(a-\alpha)\mathrm{Sin.}P}{\mathrm{Cos.}\,\omega},$$

also auch

$$\mathrm{Sin.}\,\omega=\frac{p-\pi}{\Delta}\text{ und }\Delta^2=(p-\pi)^2+(a-\alpha)^2\,\mathrm{Sin.}^2P,$$

so geht die obige Gleichung in folgende über

$$(f\,\mathrm{Sin.}P\,\mathrm{Cos.}\,\omega+g\,\mathrm{Sin.}\,\omega)\partial t-\partial a\,\mathrm{Sin.}P\,\mathrm{Cos.}\,\omega-\partial p\,\mathrm{Sin.}\,\omega+(m\pm\mu)\partial m$$

$$=\frac{\Delta^2-(m\pm\mu)^2}{2\Delta}\quad\ldots\quad(L)$$

und dieses ist die Bedingungsgleichung, die für jeden Ein- oder Austritt an jedem Beobachtungsorte entwickelt werden muſs. Hat man an demselben Orte die beiden innern und die beiden äuſsern Berührungen beobachtet, so hat man vier Gleichungen von der Form

$$A\partial t+B\partial a+C\partial p+D\partial m=E\ \ldots\ (I),$$

aus welchen man daher die vier unbekannten Gröſsen ∂t, ∂a, ∂p und ∂m finden wird.

Hat man an einem Orte nur zwei Beobachtungen, so erhält man auch nur zwei solcher Bedingungsgleichungen, deren Differenz einen Ausdruck von der Form

$$A\partial a+B\partial p+C\partial m=D$$

geben wird. Ebenso geben zwei Beobachtungen an zwei andern Orten die analogen Gleichungen

$$A'\partial a + B'\partial p + C'\partial m = D'$$

$$A''\partial a + B''\partial p + C''\partial m = D''$$

den drei letzten Gleichungen findet man die Werthe ∂a, ∂p und ∂m. Kennt man aber diese vier Gröſsen, jede der Gleichungen (1) den Werth von ∂t für ihren ...ungsort, d. h. die geographische Länge dieses Ortes.

Man sieht, daſs man durch diese Methode nicht nur die ...phische Länge des Beobachtungsorts, sondern auch die ... der Mondtafeln bestimmt. Beide Zwecke aber sind ... Astronomen und Geographen von hoher Wichtigkeit. ... oder müſste man sich auf die Fehlerlosigkeit der Mond- ... verlassen, so würde aus jeder einzelnen Beobachtung die ...phische Länge des Beobachtungsortes durch die Glei- ...ng

$$\partial t = \frac{\Delta^2 - (m \pm \mu)^2}{2\Delta\,(f\,\mathrm{Sin.}\,P\,\mathrm{Cos.}\,\omega + g\,\mathrm{Sin.}\,\omega)}$$

...mmbar seyn, wo man hat

$$\mathrm{Tang.}\,\omega = \frac{p - \pi}{(a - \alpha)\,\mathrm{Sin.}\,P}.$$

Derselbe Gegenstand läſst sich noch auf die folgende all- ...meinere Weise darstellen, die LAGRANGE zuerst gegeben und ... auch später ENCKE bei seinen Berechnungen der Venus- ...gänge der Jahre 1761 und 1769 benutzt hat[1]. Sey A ... wahre, geocentrische Rectascension des Monds weniger ... der Sonne für irgend eine gegebene Pariser Zeit T, D ... wahre Poldistanz des Monds weniger die der Sonne, m ... μ die Halbmesser des Monds und der Sonne, $q = x - \xi$ ... Differenz der Horizontalparallaxe beider Gestirne und

$$B = \frac{\mathrm{Cos.}\,\varphi\ \mathrm{Sin.}\,s}{\mathrm{Sin.}\,\pi},$$

$$C = \mathrm{Cos.}\,\varphi\ \mathrm{Cos.}\,\pi\ \mathrm{Cos.}\,s - \mathrm{Sin.}\,\varphi\ \mathrm{Sin.}\,\pi,$$

... z, φ und s die vorige Bedeutung haben. Soll dann für ...gend eine andere Zeit T + t die Distanz der Mittelpuncte ...der Gestirne gleich der Summe ihrer Halbmesser seyn, so ... man die Gleichung

1 S. Art. *Venus*.

$$(A + Bq - ft)^2 \sin.^2 P + (D + Cq - gt)^2 = (m \pm \mu)^2 \ldots (\text{M})$$

wo wieder f und g die relativen Bewegungen in Rectascension und Poldistanz während einer Zeitsecunde sind, so dafs auch t in Zeitsecunden ausgedrückt werden soll. Wollte man hier noch auf die Correctionen der Elemente der Mond- und Sonnentafeln Rücksicht nehmen, so würde man

statt A setzen $A + \partial A$,
D — $D + \partial D$,
m — $m + \partial m$,
μ — $\mu + \partial \mu$ u.s.w., wie zuvor.

Ohne uns aber hier bei diesen Correctionen länger aufzuhalten, wollen wir die Gleichung (M) auflösen und dabei die zweiten Potenzen von t und q weglassen, wodurch man erhält

$$A^2 \sin.^2 P + D^2 + 2A(Bq - ft)\sin.^2 P + 2D(Cq - gt) = (m \pm \mu)^2$$

Soll nun z. B. t die Zeit bedeuten, die zwischen der gegebenen Zeit einer Beobachtung und zwischen der geocentrischen Conjunction in Rectascension verfliefst, so hat man A = 0, also auch

$$D^2 + 2D(Cq - gt) = (m \pm \mu)^2$$

oder

$$t = \frac{2CDq + D^2 - (m \pm \mu)^2}{2gD} \ldots (\text{N})$$

Demnach wird jede einzelne Beobachtung des Ein- oder Austritts, an welchem Orte der Erde sie auch angestellt ist, mittelst der Gleichung (N) dieselbe mittlere Pariser Zeit der geocentrischen Conjunction geben müssen, wenn diese Beobachtungen gut und die Elemente der Tafeln richtig sind. Allein die so erhaltenen Werthe von t werden oft sehr grofs seyn. Bei Venusdurchgängen kann t bis drei Stunden oder 108.. Secunden betragen und dann würde man das Quadrat dieser Gröfse nicht mehr wohl vernachlässigen können. Nehmen wir also für t die Differenz, welche zwischen der gegebenen Zeit der Beobachtung und der Zeit der geocentrischen Beobachtung derselben Erscheinung statt haben würde, z. B. zwischen dem für die Oberfläche und dem für den Mittelpunct der Erde statt habenden Anfange der Finsternifs. Für diesen Augenblick hat man

$$A^2 \sin.^2 P + D^2 = (m \pm \mu)^2,$$

also giebt die obige Gleichung

$$A(Bq - ft)\,\mathrm{Sin.}^2 P + D(Cq - gt) = 0,$$

oder wenn man

$$\mathrm{Tang.}\,\omega = \frac{D}{A\,\mathrm{Sin.}\,P}$$

setzt,

$$t = \frac{(B\,\mathrm{Sin.}\,P + C\,\mathrm{Tang.}\,\omega).q}{f\,\mathrm{Sin.}\,P + g\,\mathrm{Tang.}\,\omega} \;\ldots\; (O)$$

Diese letzte einfache Gleichung hat Carl von Littrow in seiner Schrift über Hell's Beobachtung des Venusdurchgangs vom Jahre 1769 aufgestellt, um dadurch die Beobachtungen, wenn sie, wie jene, an verschiedenen Orten angestellt wurden, vorläufig zu prüfen, ob sie auch eine genauere Berechnung verdienen. Nehmen wir hier als Beispiel die Beobachtungen der innern Berührungen der Venus bei ihrem Eintritte in die Sonne am 3. Juni 1769 an drei Orten.

	Innerer Eintritt	Länge von Paris	Breite
Californien	$0^h\,15'\,11'',3$	$7^h\,28'\,4''$ West	$23^0\,3'\,13''$ N
Hudsonsbai	1 13 10,2	6 26 14 West	58 47 32 N
Wardhus	9 31 54,5	1 55 3,3 Ost	70 22 36 N

Nach den neuesten Tafeln der Venus und der Sonne hat man aber

Mittl. Zeit Paris 1769 Juni 3	A	D
$7^h\,30'$	$0^0\,9'\,53'',3$	$0^0\,13'\,4'',4$
7 50	0 8 29,8	0 12 43,0.

Weiter ist

$$\mathrm{Log.\,Sin.}\,P = 0{,}96550$$
$$\mathrm{Log.}\,f = 8{,}84249\,n$$
$$\mathrm{Log.}\,g = 8{,}25250\,n$$
$$q = x - \xi = 21'',23$$

und damit erhält man für die Beobachtung in

	Californien	Hudsonsbai	Wardhus
Log. B =	8,85885 n	9,25529 n	9,33868 n
Log. C =	7,62390 n	9,77480 n	9,98675 n

wo das Zeichen n am Ende eines Logarithmus andeutet, daſs die Zahl, die zu diesem Logarithmus gehört, negativ ist. Mit diesen Werthen erhält man für

	Californien	Hudsonsbai	Wardhus
A =	538",0	554,07 ...	564,71
D =	770,2	774,35 ...	777,08
Log. Tang. ω =	0,19032 ...	0,17988 ...	0,17315
t =	16",9 ...	0^h 4' 8",07 ..	0^h 6' 24",47
	7^h 43' 15,3 ...	7 39 24,2 ..	7 36 51,2
	7 43 32,2 ...	7 43 32,27 ..	7 43 15,67

Die drei letzten dieser Zahlen sind die mittleren Paris Zeiten des geocentrischen inneren Eintritts der Venus in d Sonnenscheibe, und man sieht, dafs die beiden ersten seh wohl unter einander stimmen, während die letzte sich vo jenen beiden um 16,5 Secunden entfernt, so dafs also die Be-obachtung in Wardhus nahe um dieselbe Gröfse zu früh ge-macht worden zu seyn scheint.

VI. Bestimmung des Schattens gegebener Gegenstände.

Da bei den Finsternissen der Schatten, den ein von der Sonne beleuchteter Körper auf einen andern wirft, von der gröfsten Wichtigkeit ist, so wird es nicht unangemessen seyn, hier gleichsam zur Ergänzung des frühern Artikels *Schatten* das Vorzüglichste über die Bestimmung der Gestalt desselben nachzutragen.

Man suche also die Gestalt und Lage des Schattens und des Halbschattens eines von einem leuchtenden Körper beschienenen Körpers, wenn die Lage und Gestalt dieser beiden Körper gegeben sind. Die Oberfläche des vollen sowohl, als auch des sogenannten Halbschattens entsteht durch die auf einander folgenden Schnitte einer Ebene mit sich selbst, wenn sich diese Ebene so um beide Körper dreht, dafs sie in jedem Augenblicke zu beiden Körpern eine *tangirende Ebene* ist. Für den vollen Schatten berührt nämlich diese Ebene beide Körper auf derselben Seite, für den Halbschatten aber auf verschiedenen Seiten. Seyen X, Y und Z die rechtwinkligen Coordinaten des leuchtenden, X', Y' und Z' die des dunklen Körpers und endlich x, y und z die der beide Körper berührenden Ebene. Der Anfang dieser drei Systeme von

unter sich parallelen Coordinaten soll für alle derselbe seyn. Es sey ferner

$$\partial Z = p\,\partial X + q\,\partial Y$$

die Gleichung der Oberfläche des leuchtenden und

$$\partial Z' = p'\,\partial X' + q'\,\partial Y'$$

die des dunklen Körpers. Sind also X, Y und Z die Coordinaten irgend eines Punctes des leuchtenden Körpers, so ist bekanntlich die Gleichung der ihn in diesem Puncte berührenden Ebene

$$z - Z = p(x - X) + q(y - Y) \quad . . . \quad (A)$$

und ebenso ist auch die Gleichung der den dunklen Körper in dem Puncte X′, Y′, Z′ berührenden Ebene

$$z - Z' = p'(x - X') + q'(y - Y') \quad . . . \quad (A').$$

Da nun der aufgestellten Bedingung zufolge beide Ebenen nur eine einzige ausmachen sollen, so hat man die Bedingungsgleichungen

$$\left.\begin{aligned} p &= p' \\ q &= q' \\ Z - Z' &= p(X - X') + q(Y - Y') \end{aligned}\right\} \quad . . . \quad (B)$$

Bemerken wir zuvörderst, dafs die Gröfsen p, q und Z, Functionen von X und Y und ebenso die Gröfsen p′, q′ und Z′ Functionen von X′ und Y′ seyn müssen. Wenn man daher mit Hülfe der drei letzten Gleichungen (B) aus den Gleichungen (A) drei von den vier Gröfsen X, Y, X′, Y′, z. B. die Gröfsen X′, Y′ und Y eliminirt, so erhält man eine Gleichung zwischen X und x, y, z von der Form

$$z = Ax + By + C \quad . . . \quad (C)$$

wo A, B und C Functionen von X und von beständigen Gröfsen sind. Diese letzte Gleichung (C) ist aber die Gleichung der Ebene, welche beide Körper berührt, und deren Lage wird offenbar verschieden seyn, je nachdem man der Gröfse X verschiedene Werthe giebt. Setzt man also diese Gröfsen A, B, C durch die vorhergehenden Operationen als gefunden voraus und neigt man dann die Ebene der Gleichung (C) unendlich wenig gegen ihre vorige Lage, so wird die Gleichung dieser geneigten Ebene seyn

$$z = \left[A + \frac{\partial A}{\partial X}\right]x + \left[B + \frac{\partial B}{\partial X}\right]y + \left[C + \frac{\partial C}{\partial X}\right].$$

Zieht man davon die Gleichung (C) ab, so erhält man

$$0 = x\left(\frac{\partial A}{\partial X}\right) + y\left(\frac{\partial B}{\partial X}\right) + \left(\frac{\partial C}{\partial X}\right) \ldots \text{(D)}$$

und wenn man dann aus den beiden Gleichungen (C) (D) die Gröſse X eliminirt, so erhält man die gesuchte G chung des Schattens und des Halbschattens zwischen den v änderlichen Coordinaten x, y, z. Die Gleichung (C) st nämlich die beide Körper berührende Ebene vor, und z sowohl diejenige, welche die Körper auf derselben, als auch di nige, welche sie auf entgegengesetzten Seiten berührt, je nachd man die positiven und negativen Werthe von Z und Z' v schieden unter einander vergleicht. Setzt man endlich in erwähnten Endgleichung zwischen x, y, z statt z die Grö Z', so erhält man eine Gleichung zwischen x und y für Projection der Linie der Berührung mit dem dunklen Körp Dadurch kennt man also, da diese Endgleichung für be Schattenarten gilt, auf dem dunklen Körper die Grenze Oberfläche des letzten, die ganz im Schatten liegt, so v auch die Grenze derjenigen Oberfläche des dunklen Körpe die nur von einem Theile des leuchtenden Körpers besch nen wird, oder man kennt auf diese Weise die Zone zw schen den beiden Schatten, dem Kern- und dem Halbsch ten, auf der Oberfläche des dunklen Körpers. Setzt m ebenso für z die Gröſse Z, so erhält man auch die Projecti nen der Berührungslinien des Kern- und des Halbschatte auf dem leuchtenden Körper. Noch einfacher kann man d Projectionen der beiden Berührungslinien auf den zwei Körpe mit Hülfe der drei Gleichungen (B) finden. Eliminirt man nämli aus ihnen die Gröſsen X' und Y', so erhält man die Gleichung d Berührungslinie auf dem leuchtenden Körper zwischen X und Y und eliminirt man aus ihnen die Gröſsen X und Y, so erhält man d Gleichung der Berührungslinien auf dem dunklen Körper zw schen X' und Y'. Hat man aber auf diese Weise die Gle chung des vollen und des halben Schattens in x, y, z ge funden, und hat man ferner auch in denselben Coordinate x, y, z die Gleichung irgend einer andern, dritten Fläche ge geben, auf welche jener Schatten fallen soll, so darf man nu aus diesen zwei Gleichungen z. B. die Gröſse z eliminire um sofort auch die Gleichung in x, y für die Projection de

rve, in welcher jener Schatten die dritte Fläche schneidet, der coordinirten Ebene der x, y zu erhalten[1].

Um diese ganz allgemeinen Betrachtungen auf ein speilles Beispiel anzuwenden, wollen wir beide Körper, den chtenden sowohl, als auch den dunklen, kugelförmig anhmen. Der Anfang der Coordinaten soll in dem Mittelnct der leuchtenden Kugel liegen, deren Halbmesser a, so ie b der der dunklen Kugel seyn soll. Die Distanz dieser ei Mittelpuncte, die beide in der Axe der x liegen, woln wir durch c bezeichnen. Hiernach sind die Gleichungen r beiden Körper

$$\left.\begin{aligned} Z^2 &= a^2 - X^2 - Y^2 \\ Z'^2 &= b^2 - (X'-c)^2 - Y'^2 \end{aligned}\right\} \ldots \quad (1)$$

ist also

$$p = -\frac{X}{m}, \quad q = -\frac{Y}{m},$$

$$p' = -\frac{(X'-c)}{m'}, \quad q' = -\frac{Y'}{m'},$$

o

$m^2 = a^2 - X^2 - Y^2$ und $m'^2 = b^2 - (X'-c)^2 - Y'^2$ ist.

Dieses vorausgesetzt gehn also die Gleichungen (A) und B) in folgende über

$$z = \frac{-X(x-X) - Y(y-Y)}{m} + m \ldots \quad (A)$$

nd

$$\left.\begin{aligned} m'X - m(X'-c) &= 0 \\ m'Y - mY' &= 0 \\ m - m' + \frac{X(X-X') + Y(Y-Y')}{m} &= 0 \end{aligned}\right\} \ldots \quad (B)$$

liminirt man aus den drei letzten Gleichungen die Gröfse Y' so erhält man

$$X = \frac{a}{c}(a \mp b)$$

nd ebenso

$$X' = c - \frac{b}{a}(b \mp a),$$

---

[1] Vergl. Mém. présent. à l'Acad. de Paris. T. IX. p. 407.

woraus sofort folgt, dafs die vier Berührungslinien auf Ebene der x, y senkrecht stehn und vom Anfangspuncte Coordinaten um die angezeigten Werthe von X und X' fernt sind.

Substituirt man den so gefundenen Werth von X in Gleichung (A), so erhält man

$$z = \frac{a^2 c - a x (a \mp b) - c y . Y}{\sqrt{a^2 c^2 - a^2 (a \mp b)^2 - c^2 Y^2}} \ldots (C)$$

Differentiirt man die letzte Gleichung blofs in Beziehung Y und setzt dann ihr Differential gleich 0, so erhält man

$$Y = \frac{a y}{c} \left(\frac{a c - x(a \mp}{y^2 + z^2} \right) \ldots (D)$$

und wenn man endlich diesen Werth von Y in der ob Gleichung (C) substituirt, so erhält man

$$(y^2 + z^2) . (c^2 - (a \mp b)^2) = (a c - x (a \mp b))^2 \ldots \quad (E)$$

und diese Gleichung (E) ist die gesuchte Gleichung der O fläche des vollen sowohl, als auch des halben Schattens, welchen letzteren nämlich das untere Zeichen gehört. D Oberfläche bildet also einen *Kegel*. Setzt man in ihr y = z = so hat man

$$x = \frac{a c}{a \mp b}$$

für die Entfernung des Scheitels dieses Kegels von dem M telpuncte der leuchtenden Kugel, also auch

$$x - c = \frac{\pm b c}{a \mp b}$$

für die Entfernung des Scheitels von dem Mittelpuncte dunklen Kugel. Ist ferner $x = c + r$, so ist die Gl chung (E)

$$\sqrt{y^2 + z^2} = \frac{\pm b (c + r) - a r}{\sqrt{c^2 - (a \mp b)^2}}$$

für den Halbmesser des kreisförmigen Schnitts des vollen und d halben Schattens, der von einer Ebene entsteht, die senkre auf x, y steht und deren Entfernung von dem dunklen Kö per gleich r ist. Substituirt man endlich die Werthe

$$X = \frac{a}{c}(a \mp b)$$

d

$$c - X' = \frac{b}{c}(b \mp a)$$

den obigen Gleichungen (1), so erhält man

$$Y^2 + Z^2 = a^2 - \frac{a^2}{c^2}(a \mp b)^2$$

d

$$Y'^2 + Z'^2 = b^2 - \frac{b^2}{c^2}(b \mp a)^2,$$

d diese Gleichungen gehören für die Projectionen der vier …- und Schattengrenzen auf der Ebene der y, z. Diese …jectionen sind also ebenfalls Kreise, deren Halbmesser

$$\sqrt{a^2 - \frac{a^2}{c^2}(a \mp b)^2} \text{ und } \sqrt{b^2 - \frac{b^2}{c^2}(b \mp a)^2}$$

d.

Uebrigens lassen sich alle diese Ausdrücke, wenn man …m Probleme zwei Kugeln zum Grunde legt, auch schon auf … sehr einfache Weise mittelst der Tangente zweier ihrer …ße und Lage nach gegebenen Kreise finden. Sind nämlich …$M' = a$ und $AM = b$ die Halbmesser der beiden Kreise Fig. 257. … $AA' = c$ die Distanz ihrer Mittelpuncte, und nennt man … $= A'T$ die Entfernung des Punctes T, wo die beide Kreise …ührende Linie $M'M$ die verlängerte Gerade AA' schneidet, hat man, wenn der Winkel $ATM = \alpha$ ist,

$$\text{Tang.}\,\alpha = \frac{a}{M'T} \text{ und } M'T = \sqrt{x^2 - a^2},$$

… auch

$$\sqrt{x^2 - a^2} = \frac{a}{\text{Tang.}\,\alpha}$$

d ebenso

$$\sqrt{(x-c)^2 - b^2} = \frac{b}{\text{Tang.}\,\alpha}.$$

…minirt man aus diesen beiden Gleichungen die Größe …ng. α, so erhält man

$$x - c = \pm \frac{bx}{a},$$

… das untere Zeichen offenbar für den Fall gehört, wenn T

zwischen A und A' liegt, wo dann b seiner Lage nach n
tiv wird. Die letzte Gleichung giebt

$$x = A'T = \frac{ac}{a \mp b}$$

und daher auch

$$x - c = AT = \pm \frac{bc}{a \mp b}$$

und dieses sind die beiden Distanzen des Scheitels T
Schattens von dem Mittelpuncte der beiden Kugeln.

Ferner ist

$$A'Ma' = AMa = \alpha$$

und

$$\frac{a \mp b}{c} = \text{Sin.}\,\alpha\,.$$

Es ist aber auch

$$\frac{A'a'}{a} = \text{Sin.}\,\alpha$$

und daher

$$A'a' = \frac{a}{c}\,(a \mp b),$$

so wie

$$\frac{Aa}{\pm b} = \text{Sin.}\,\alpha \text{ oder } Aa = \pm \frac{b}{c}\,(a \mp b),$$

also auch

$$A'a = c + Aa = c - \frac{b}{c}\,(b \mp a).$$

Ist ferner AB = r und BC senkrecht auf AT, so hat man

$$\text{Tang.}\,\alpha = \frac{BC}{BT} = \frac{BC}{AT - r},$$

und wenn man in diesem Ausdrucke den obigen Werth v
AT und von Tang. α substituirt, so hat man

$$BC = \frac{\pm b(c + r) - ar}{\sqrt{c^2 - (a \mp b)^2}}.$$

Sey endlich $BC = \sqrt{y^2 + z^2}$ und $A'B = c + r = x$ od
$r = x - c$. Substituirt man diese Werthe von BC und r
dem vorletzten Ausdrucke für BC, so erhält man

$$(y^2 + z^2)\,[c^2 - (a \mp b)^2] = [ac - x\,(a \mp b)]^2,$$

und alle diese Ausdrücke stimmen mit den früher gefunden
vollkommen überein. *L.*

Vergröſserung.

Amplificatio; Amplification; *Ampliation, Magnifying power.*

So wird die Wirkung der optischen Instrumente, vorzüglich der Fernröhre und der Mikroskope, genannt, durch welche alle Gegenstände unter einem gröſsern Sehwinkel erscheinen, als mit freiem, unbewaffnetem Auge. Man drückt die Gröſse dieser Wirkung durch das Verhältniſs der beiden Sehwinkel aus. So sagt man, die Vergröſserung ist zehnfach, wenn der Gegenstand durch das Fernrohr gesehn unter einem zehnmal gröſsern Sehwinkel erscheint, als mit freiem Auge. Wie man die Vergröſserung bei Mikroskopen bestimmt, ist bereits oben[1] gesagt worden. Auch für die Fernröhre ist das Wesentlichste des hierher Gehörenden schon früher[2] mitgetheilt worden. Wir beschränken uns daher hier nur auf einige wichtige nachträgliche Bemerkungen über die Bestimmung der Vergröſserung bei Fernröhren. Bei diesen letzten Instrumenten nimmt man den unvergröſserten Sehwinkel so an, wie er sich darstellen würde, wenn das unbewaffnete Auge an dem Orte des Objectivs oder auch an dem des Oculars stände, weil bei diesen Instrumenten die dadurch zu betrachtenden Gegenstände gewöhnlich so weit entfernt sind, daſs die ganze Länge des Fernrohrs gegen jene Entfernung als sehr gering betrachtet werden kann.

Bei dem holländischen und dem astronomischen Fernrohre ist bekanntlich die Vergröſserung derselben gleich der Brennweite des Objectivs dividirt durch die des Oculars. Zu diesem Zwecke müssen wir also ein Mittel haben, die Brennweiten der beiden Linsen genau zu messen. Das einfachste Mittel dazu ist die Aufstellung dieser Linsen in dem Fensterladen eines verfinsterten Zimmers, wo man das äuſsere Licht auf die Linse fallen läſst und dann im Innern des Zimmers eine weiſse Tafel oder ein Blatt Papier so lange von der Linse entfernt, bis

1 S. Art. *Mikroskop.* Bd. VI. S. 2255.
2 S. Art. *Fernrohr.* Bd. IV. S. 150. *Teleskop.* S. 148.

äufsere sehr weit entfernte Gegenstände ein ganz deutlic Bild derselben auf der Tafel geben, wo dann die Entfern der Tafel von der Linse die gesuchte Brennweite der letzt ist. Dieses Mittel ist vorzüglich bei den Ocularen sehr brau bar, die im Allgemeinen eine nur kleine Brennweite hab Auch kann man die Linse selbst mit einer dunklen Papi scheibe, worin zwei kleine Löcher sind, bedecken und da wenn man die Fläche der Linse senkrecht gegen die So hält, den Punct suchen, wo die durch die Löcher gehen Lichtstrahlen sich zu einem einzigen Puncte vereinigen.

Ein ganz gemeines Verfahren, das aber doch bei m Uebung zuweilen recht brauchbar seyn soll, besteht da dafs man denselben Gegenstand, z. B. einen Dachziegel, mit nem Auge durch das Fernrohr und zu gleicher Zeit mit d andern *frei* beobachtet und durch Schätzung zu bestimm sucht, wie viele z. B. der frei gesehenen Ziegel auf einen du das Fernrohr beobachteten gehn.

Verläfslicher ist folgende, von MASKELYNE vorgeschlag Methode, wodurch die Brennweite des Objectivs mit grof Schärfe bestimmt werden kann, während man für die kle Brennweite des Oculars das oben erwähnte Verfahren mit d verfinsterten Zimmer anwenden wird. Man stellt zuerst
Fig. 248. anderes, am bequemsten nur kleines Fernrohr CD so, d man damit sehr entfernte Gegenstände, z. B. den Mond, g deutlich sehn kann. Dann stellt man dieses Fernrohr horiz tal auf einen Tisch und bringt vor das Objectiv D dessel die neue zu messende Objectivlinse A mit dem vorigen p rallel. Ein Gehülfe wird dann ein ebenfalls mit den bei Objectiven parallel gestelltes Buch BE so lange auf der Li AB hin und her rücken, bis das Auge in C die Buchstab des Buches am deutlichsten durch das kleine Fernrohr C sehn kann. In dieser Lage ist die Distanz AB des Object von dem Buche zugleich die Brennweite des neuen Object A. Nennt man a die so gefundene Brennweite des Objec und b die Brennweite des dazu gehörenden Oculars, wel letztere man durch das oben angezeigte Verfahren im verfi sterten Zimmer leicht finden kann, so ist die gesuchte Ve gröfserung des neuen Fernrohrs, wozu das Objectiv A g hört, gleich $\frac{a}{b}$. Der Grund dieses Verfahrens liegt darin, d

an durch das alte oder kleine Fernrohr CD nur parallele trahlen von dem Buche durch das vorgesetzte Objectiv A hält, weil jetzt die Schrift des Buches ebenso deutlich ge-hn wird, wie zuvor der Mond ohne dieses Objectiv gesehn worden ist, so daſs also das Buch in dem Brennpuncte des neuen Objectivs A liegen muſs.

Auch das folgende Verfahren kann mit Nutzen angewen-t werden, um die Vergröſserung eines Fernrohrs mit Ge-nauigkeit zu finden. Wenn man das zu untersuchende Fern-hr so gestellt hat, daſs man damit sehr entfernte Gegen-stände deutlich sieht, und wenn man dann das Auge von dem Oculare des Fernrohrs weiter zurückzieht, so erblickt man auch in diesem Oculare das kreisrunde Bild der metallenen Fassung des Objectivs. Man messe dann den Durchmesser des Bildchens, der z. B. gleich b Linien seyn soll. Auf demselben Maſsstabe messe man auch mit den zwei Spitzen des gewöhnlichen Cirkels den wahren Durchmesser der er-haltenen innern Objectivfassung, der a Linien betragen soll. Hat man aber auf diese Weise die beiden Gröſsen a und b, so ist die gesuchte Vergröſserung des Fernrohrs gleich

, wie zuvor. Dabei ist also nur die erste dieser zwei Mes-sungen, nämlich die des Bildchens a der Fassung, etwas schwierig mit Schärfe auszuführen. Um diesem Hindernisse zu begegnen, hat Ramsden ein eigenes kleines Instrument BEF ausgedacht, das er *Dynamometer* (Kraftmesser) nannte. Fig. 259.
B ist eine convexe Linse von Glas und CD ist eine kleine ne Glastafel mit parallelen Seiten, auf welcher in kleinen Distanzen parallele und äquidistante Striche eingeschnitten sind. Man legt das eine Ende EF der Röhre, in welcher jene bei-den Gläser enthalten sind, an das Ocular des Fernrohrs und verschiebt dann das Stück ABCD in der etwas weitern Röhre CDEF so lange, bis das Auge bei AB jenes Bild der Ob-jectivfassung im Innern des Fernrohrs deutlich sieht. Doch muſs man zuerst die Linse AB, die für sich beweglich ist, in diejenige Entfernung von der eingetheilten Glasplatte CD gestellt haben, wo man die Striche dieser Platte durch die Linse AB am schärfsten sieht. Gesetzt man fände durch die-ses Verfahren den Durchmesser des Bildes der Fassung gleich Theilstrichen der Glasplatte und jedes Intervall zwischen

zwei nächsten dieser Theilstriche soll 0,12 Paris. Linie be-
tragen. Demnach beträgt also der Durchmesser des Bildche
$3 \times 0,12 = 0,36$ Par. Linie. Ist nun der wahre Durchmess
dieser Objectivfassung (den man, wie gesagt, mit einem Ci
kel sehr scharf messen kann) z. B. gleich 4 Zoll oder 48 L
nien, so ist die gesuchte Vergröſserung des Fernrohrs $\frac{48}{0,36} = 13$
In Ermangelung eines solchen Dynamometers könnte man wo
auch jenes Bildchen der Fassung, so wie die Fassung selb
mit den beiden Spitzen eines Cirkels fassen und die beid
Oeffnungen des Cirkels mittelst eines verjüngten Maſsstab
bestimmen, nur wird man, wie wan sieht, bei dieser Me
sung des Bildchens leicht einen Fehler begehn können, d
desto mehr schädlichen Einfluſs hat, je mehr die beiden Durc
messer von einander verschieden sind. Mit Hülfe eines so
chen kleinen und leicht zu verfertigenden Instruments al
wird man selbst mehrere Fernröhre, deren jedes wieder, w
gewöhnlich, mehrere Oculareinsätze hat, leicht und zuglei
sicher bestimmen können.

L.

Vernier.

Sehr oft kommt der Fall vor, wo man gerade Lini
oder auch Kreisbogen und Winkel, besonders kleine The
derselben, mit groſser Schärfe angeben will. Wollte m
dieses unmittelbar mit Hülfe irgend eines Maſsstabes thun,
müſsten auf diesem Maſsstabe offenbar ebenso kleine The
der Linie oder des Bogens durch den Mechaniker angegeb
seyn, als man durch diesen Maſsstab messen will. Dadur
würden aber in den meisten Fällen die Theilstriche, welc
der Mechaniker an dem Maſsstabe angeben soll, zu nahe
einander rücken, was für ihn schwer mit Genauigkeit ausz
führen und auſserdem unbequem zum Gebrauche seyn wür
Wenn man z. B. auf der Peripherie eines Kreises noch
einzelnen Secunden lesen wollte, so müſste man auf d
selben nicht weniger als 1296000 Theilstriche anbring
die alle gleich weit von einander abstehn. Diesem Ue
zu begegnen hat man zuerst die *Transversalen* eingefüh

Digitized by Google

…ey ab und bc auf einem sogenannten verjüngten Maſsstabe Fig. 260.
…ie Linie, welche die Einheit des Maſses, z. B. den Fuſs, vor-
…llen soll. Theilt man einen derselben, z. B. bc, in fünf
…iche Theile, so wird man mit einem solchen Maſsstabe auch
…e fünften Theile des Fuſses messen können. Nimmt man
…it einem Cirkel die Linie a1, so hat man $1\frac{1}{5}$ Fuſs, und
…ebenso ist $a2 = 1\frac{2}{5}$, $a3 = 1\frac{3}{5}$ Fuſs u. s. f. Wenn man aber
…it demselben Maſsstabe auch die 10ten oder die 20sten Theile
…es Fuſses erhalten wollte, so würde man diese kleinern
…heile nicht mehr unmittelbar messen, sondern nur nach dem
…genannten Augenmaſse schätzen können. Man ziehe daher
…f die Gerade ac zwei Senkrechte aa′ und cc′ und nehme
…f ihnen die äquidistanten Geraden, die durch die Puncte
… 2, 3... bis 9 gehn und alle mit ac parallel sind, und
…he endlich die mit cc′ parallelen Linien 11, 22, 33 und
…, so wie die *Transversalen* b1, 12, 23, 34 und 4c′, so
…ird man mit einem solchen Transversalmaſsstabe nicht bloſs
…50sten, sondern auch die 50sten Theile des Fuſses, also zehn-
…al kleinere Theile, als zuvor, unmittelbar messen können.
…der That sieht man ohne weitere Erläuterung, daſs z. B.
…e Linie de, wenn sie mit dem Cirkel genommen wird, die
…änge von $1\frac{1}{50} = 1{,}02$ eines Fuſses beträgt. Ebenso ist die
…inie

$$fg = 1 + \frac{1}{5} + \frac{4}{50} = 1\frac{14}{50} = 1{,}28 \text{ Fuſs},$$
$$hk = 1 + \frac{3}{5} + \frac{7}{50} = 1\frac{37}{50} = 1{,}74 \text{ Fuſs u. s. w.}$$

Dieses einfache Verfahren hat man auch bald zur Mes-
…ng der Winkel angebracht und selbst die besten astronomi-
…hen Instrumente zu Tycho's Zeiten hatten nichts Besseres.
…utzutage sieht man diese *Kreistransversalen* nur noch bei
…n sogenannten Transporteurs der Feldmesser. Ist O der Fig.
…ittelpunct eines senkrecht gestellten Kreises, dessen Peri- 261.
…herie MAN z. B. in einzelne Minuten AB, BC, CD...
…getheilt ist, so wird ein aus dem Puncte O herabhängen-
…es, der Kreisfläche paralleles Bleiloth mit seinem Faden,
…enn der Kreis um seinen Mittelpunct O gedreht wird, die
…inzelnen Minuten angeben. Zieht man aber mit dem Bogen
…AN noch vier andere äquidistante concentrische Bogen und
…ieht man die Halbmesser AO, Bb, Cc, Dd ... nebst ihren
…ransversalen Ab, Bc, Cd ..., so wird man mit einer so

Digitized by Google

eingetheilten Peripherie nicht mehr blofs die ganzen Minut sondern auch die vierten Theile derselben unmittelbar mes können. Es sey z. B. A derjenige Punct der Peripherie, zu $30^{0}\,10'$ gehört, so wird B zu $30^{0}\,11'$, C zu $30^{0}\,12'$ u. s. gehören. Fällt also der Faden des Bleiloths auf den Punct so wird die Höhe des beobachteten Gestirns $30^{0}\,10'$ betrag Fällt aber dieser Faden auf den Punct a der Transversale A so gehört dazu die beobachtete Höhe von $30^{0}\,10\frac{1}{4}$ Min. o von $30^{0}\,10'\,15'$, und ebenso wird der Punct b zu 30^{0} 1 Min. $= 30^{0}\,10'\,30''$ und c zu $30^{0}\,10\frac{3}{4}$ Min. $= 30^{0}\,10'\,45''$ gehö u. s. w. Man hat aber bald gefunden, dafs man, wenn man z. auf einem Kreise von sechs Fufs im Durchmesser (und sol gehören schon zu den gröfsten astronomischen Kreisen) n die einzelnen Secunden angeben wollte, sehr viele solc Linien wie de, fg, hk... mit ihren Transversalen zie müfste, was für den Künstler schwer mit Genauigkeit aus führen und für den Beobachter in der Ausübung wieder un quem seyn würde. Zudem ist es eigentlich nicht einmal g nau richtig, dafs die Puncte a, b, c.. der Transversalen den oben erwähnten Winkeln gehören, wie man durch ei einfache Betrachtung der Elementargeometrie finden kann.

Um diesem Umstande abzuhelfen, hat Peter Vernier, e französischer Geometer, im J. 1631 eine ebenso einfache sinnreiche Vorrichtung ausgedacht, die auch seinen Namen tr und jetzt, ihrer Vorzüglichkeit wegen, allgemein angeno men ist. Man hat zuweilen auch den Portugiesen Nonius oc Nunnez, der mehrere Jahrhunderte vor Vernier lebte, den Erfinder dieser Einrichtung ausgegeben, daher sie a zuweilen *Nonius* genannt wird, aber mit Unrecht, da von Nonius zu diesem Zwecke vorgeschlagene Mittel ein ga anderes und keineswegs so vortheilhaft anwendbares ist.

Fig. 262. Denken wir uns den Rand eines Kreises AA in mehr gleiche Theile 01, 12, 23... getheilt, deren jeder z. B. ze Minuten oder den sechsten Theil eines Grades betragen s Um den Mittelpunct dieses Kreises bewege sich eine *Alhida* (Lineal), deren Länge nur etwas weniges gröfser ist, als d Halbmesser des Kreises. Ist nun diese Alhidade an ihr äufsersten Ende BB nur mit einem einzigen Striche verseh so wird man dadurch die Bewegung derselben auf jen

Digitized by Google

kreise nur von zehn zu zehn Minuten unmittelbar lesen können. Wenn z. B. die Alhidade B auf dem festen Kreise A A von der Linken gegen die Rechte so weit vorrückt, daſs das 0 der Alhidade, welches früher mit dem 0 des Kreises coincidirte, mit dem Theilstriche 1, 2 oder 3.. des Kreises coincidirt, so ist die Alhidade aus ihrer ersten Lage um 10, 20 oder 30... Minuten fortgerückt, und kleinere Bewegungen, z. B. von einer einzigen Minute, lassen sich auf diese Weise offenbar nur nach dem Augenmaſse schätzen, aber keineswegs genau messen. Nehmen wir aber ein Stück, einen Bogen m n der Alhidade, der genau ebenso groſs ist, als neun Intervalle (oder als 90 Minuten) des ersten Kreisbogens, und theilen wir dieses Stück m n der Alhidade, obschon es nur neun Intervallen des Kreises entspricht, ebenfalls in zehn gleiche Theile 0 I, I II, II III...., so wird man mit einer so getheilten Alhidade sofort auch die einzelnen Minuten in der Bewegung dieser Alhidade noch genau messen können. Da nämlich, der Voraussetzung zufolge, zehn Intervalle der Alhidade gleich neun Intervallen des Kreises sind und jedes Intervall des Kreises 10 Minuten beträgt, so wird offenbar jedes Intervall 0 I, I II, II III... der Alhidade genau 9 Minuten oder eine Minute weniger betragen, als ein Intervall des Kreises. Wenn also, wie in der Zeichnung, die beiden ersten Theilstriche 0 und 0 des Kreises und der Alhidade coincidiren, so ist, in dieser Lage der Alhidade, der Zwischenraum zwischen

den Strichen
I und 1 gleich 1 Minute,
II — 2 — 2 Minuten,
III — 3 — 3 Minuten u. s. w.,

wodurch daher die einzelnen Minuten unmittelbar gegeben werden, während man vorhin nur die (zehnmal gröſseren) Sechstel eines Grades zu lesen im Stande war. Ist also z. B. die Alhidade auf dem festen Kreise in die Lage gekommen, die durch die Zeichnung dargestellt wird, wo die Theilstriche II und 3 mit einander übereinstimmen, so sieht man, Fig. 263. daſs die Alhidade von ihrer früheren Lage um das ganze Intervall des Kreises 0 1, das heiſst um 10 volle Minuten, und überdieſs noch um den Theil p q, d. h. um 2 einfache Minuten, also im Ganzen um 12 Minuten vorgerückt ist.

Digitized by Google

Ebenso würde sie um 13 Minuten vorgerückt seyn, w
die Theilstriche III und 4 correspondirten, und so fort in
len ähnlichen Fällen.

Ganz ebenso wird man auch bei der Messung irgend
ner Länge, z. B. einer geraden Linie verfahren, voraus
setzt dafs man bereits einen in einzelne Theile bei 0,
2, 3 . . eingetheilten Stab und überdiefs einen kleineren S
(die Alhidade) besitzt, welcher letztere so eingetheilt ist, dafs
Theilstriche der Alhidade auf 9 Theilstriche des ersten St
(des eigentlichen Mafsstabes) gehn, wo man dann mit H
dieses Mafsstabes und seiner Alhidade (oder seines Verni
auch sofort die zehnten Theile etwa eines Zolles oder ei
Linie wird bestimmen können. Gesetzt dieser Mafsstab
hätte die Länge von zehn (Decimal-) Zollen oder von ein
Fufs und er wäre auf der zu messenden geraden Linie d
mal umgelegt worden, wo dann von dieser Linie noch
Länge rs des Mafsstabes übrig geblieben wäre. Um di
Stück rs zu finden, wird man irgend einen Theilstrich
Verniers (wie z. B. in der Figur den Theilstrich II) ge
mit dem einen Ende r dieses Stücks zusammenfallen la
und dann zusehn, wie viele Intervalle des Verniers noch
zu dem andern Ende s dieses Stückes gehn. Die Figur gi
6 solche Intervalle des Verniers, deren jedes $\frac{9}{10}$ Zolle betr
so dafs also das Stück rs = 6mal $\frac{9}{10}$ oder = $\frac{54}{10}$ Zoll,
heifst 5 Zoll und $\frac{4}{10}$ Zoll, und daher die ganze zu m
sende gerade Linie 3 Fufs 5 Zoll und $\frac{4}{10}$ Zoll beträgt.
bequemsten ist es, immer den ersten Theilstrich 0 des Vern
an das eine Ende r jenes Stücks zu legen, weil man d
die von dem Künstler auf den Vernier getragenen Ziffern u
mittelbar benutzen kann, ohne erst die Anzahl seiner Th
striche einzeln zu zählen. Das Verfahren, welches man z.
Fig. 264. bei der Vermessung der geraden Linie PR zu beobachten
ist demnach kurz folgendes. Man lege den Mafsstab AA
die zu messende Linie genau parallel an und lese dann
ganzen Zolle auf dem Mafsstabe ab. Man sieht aus dem
sten Anblicke der Zeichnung, dafs die gesuchte Länge der
nie PR gleich 5 Zollen + dem Stücke QR ist. Um r
dieses Stück QR zu messen, legt man den Vernier BB an
bisher unverrückten Mafsstab AA genau parallel und so
dafs das 0 des Verniers mit dem letzten Endpuncte R

Digitized by Google

eks QR coincidirt, und sieht dann zu, welcher Theilstrich Verniers in dieser Lage mit einem Theilstriche des Maſs-es coincidirt. Dieses ist hier der Theilstrich V des Ver-n, also hat das Stück QR die Länge von $\frac{5}{10}$ Zoll, die ganze gesuchte Länge der Linie PR ist also gleich $5\frac{5}{10}$ oder Zoll, und ebenso in allen andern Fällen.

L.

Versteinerungen.

Petrefacten, versteinerte oder petrificirte Körper; *Petrefacta*, *Petrificata*; Petrifications; *Petrifications.*

Es wurde bereits einige Male auf diesen Artikel, insbesondere aber wurde bei der Aufzählung der Bestandtheile unserer Erde[1] auf diejenigen Untersuchungen verwiesen, welche diesem Gegenstande gewidmet werden sollten, den man früher der physischen Geographie angehörend betrachtete. In den neuesten Zeiten wurde jedoch dieser Zweig durch stets hinzukommene Thatsachen so auſserordentlich erweitert, daſs er ein eigenes umfassenderes Studium erfordert und daher in Folge der Vergleichung der frühern mit den jetzigen Naturkörpern mehr in das Gebiet der Geologie, Botanik und Zoologie übergegangen ist, welche specielle Zweige der Naturforschung jedoch auſser dem Bereiche meiner Studien liegen. Hiernach kann dem Zwecke dieses Werkes nicht angemessen seyn, in ausführliche oder gar erschöpfende Betrachtungen namentlich über die zahllosen Arten der Versteinerungen einzugehn und sie vollständig sowohl aufzuzählen, als auch zu beschreiben, vielmehr werden einige, auch dem Physiker unentbehrliche, allgemeinere Angaben genügen.

Unter Versteinerungen versteht man die fossilen Ueberreste der Thier- und Pflanzenwelt, welche aus einer mehr oder weniger ältern Periode abstammen und durch äuſsere Einwirkungen, insbesondere das Eindringen mineralischer Substanzen

1 S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 1113.

Digitized by Google

in ihre Masse, so verändert worden sind, dafs sie in ihrer jetz
Beschaffenheit eine mittlere Classe zwischen organischen
unorganischen Körpern ausmachen, indem sie nicht selten
noch durch ihre Gestalt andeuten, dafs sie ursprünglich
ersten gehörten. Die in ihre Masse eingedrungenen mi
lischen Substanzen, wodurch häufig die ursprünglich or
sche Beschaffenheit so vollständig zerstört wurde, dafs
noch die frühere Form zurückblieb, sind hauptsächlich Ki
erde, noch mehr Kalkerde, Metalle, vorzüglich Eisenkies
Kupferkies, Bitumen u. s. w. Zuweilen sind die Ueber
der Thierwelt, namentlich die Knochen, blofs ihres F
und des gelatinösen Antheils beraubt, und da die weich
Bestandtheile gleichfalls fehlen, so bestehn viele Petref
aus wenig veränderten Knochen, die ihre Gestalt noch v
beibehalten haben; in manchen Fällen ist sogar die Gel
noch nicht gänzlich zerstört, ja bei einigen fossilen Ueb
sten einer frühern Schöpfung, die im Eise erhalten wur
finden sich selbst die weichern Theile nebst den Haa
und bei einigen, in grofser Menge unter der Erde aufgeh
ten, deutet ein auffallender Modergeruch die noch gegenw
tig fortdauernde Zersetzung an. Auf gleiche Weise haben
berreste einer frühern Pflanzenwelt noch ihre vollstän
Structur beibehalten und sind blofs durch lange anhalten
starken Druck, mitunter durch Hitze, umgewandelt oder
Bitumen durchdrungen. Man ersieht hieraus, dafs alles
was man unter dem gemeinsamen Ausdrucke *Petrefacten* o
Versteinerungen zusammenfafst, eine weitläuftige Classe
Körpern bildet, die von einer vollständigen Umwandlung
unorganische Gebilde bis zur noch völlig organischen Stru
übergehn und bei denen also ihre Abstammung aus einer f
heren, über die jetzige geschichtliche Periode, vielleicht u
mindestens zum Theil über die gegenwärtige äufsere Besch
fenheit unsers Erdballs, hinausgehenden Zeit hauptsächlich
Bestimmungsgrund abgiebt, sie in eine eigenthümliche Cla
zu ordnen.

Ehemals betrachtete man die Versteinerungen als Nat
spiele (*lusus naturae*), indem man glaubte, die stets zwe
mäfsig und mit Ordnung grofsartig schaffende Natur erzeu
zuweilen gleichsam zum Spafs nutzlose und sonderbare P
ducte, eine Ansicht, die sich auf eine vorzüglich lächerlic

...ise herausstellte, als Beringer[1] in der Gegend von Würz-...g diese Erzeugnisse sammelte und darunter auch diejeni-...e Stücke aufnahm, welche die Schüler künstlich in Töpfer-...on gebildet hatten, um seines löblichen, aber irregeleiteten ...eschmeifers zu spotten. Nicht minder hinderlich war das ...urtheil, wonach man die Reste einer frühern Schöpfung ...on den durch die Sündfluth untergegangenen Thieren und ...einen riesenhaften Menschen ableitete, die in vorgeschicht-...licher Zeit gelebt haben sollten, weswegen noch in Kirchen ...d Museen Knochen von Cetaceen und Landthieren aufbe-...ahrt werden, die von jenen antediluvianischen Riesen abstam-...en sollen. Erst nachdem man anfing, diese Ueberreste vor-...theilsfrei zu untersuchen und das Zusammengehörige nach ...schiedenen Classen zu ordnen, wurde mehr Licht über das ...nze verbreitet und Zusammenhang in diesen Zweig der ...urwissenschaften gebracht. Pallas, Dolomieu, de Luc, ...enmüller, Sloane, d'Aubenton, Blumenbach, vor-...gsweise Cuvier, dann v. Schlotheim, Leopold v. Buch, ...illaud, Brongniart, Goldfuss, Bronn und Andere ...ben sich hierum verdient gemacht[2]. So weit meine in ...esem Gebiete nur mangelhaften Kenntnisse reichen, will ich ...suchen, aus diesen gröfsern Werken eine kurze Uebersicht ...s Wesentlichsten mitzutheilen, um den früher als noth-

---

1 Lithographia Wirzeburgensis. 1726. fol.

2 Aus der weitläuftigen Literatur erwähne ich nur: Blumenbach ...imen archaeologiae telluris cet. Gott. 1803. 4. Vergl. Comment. ...c. Reg. Gott. T. XV. p. 123. Comm. Rec. T. III. Am vollständig-...en ist: Recherches sur les ossements fossiles cet. par M. le Baron de Cuvier. 5 T. Par. 1821 ff. Ein Auszug daraus: Discours sur les ...volutions de la surface du globe etc. par M. le Baron de Cuvier. ...ch der 5ten Aufl. (Par. 1828.) übersetzt mit Anm. von Nöggerath. ...nn 1830. 2 Voll. 8. Histoire des Végétaux fossiles ou recherches ...aniques et géologiques sur les Végétaux renfermés dans les diver-...ses couches du Globe. Par M. Ad. Brongniart. 1re Liv. Par. 1828. 4. Die Petrefactenkunde auf ihrem jetzigen Standpuncte u. s. w. ...on E. F. Baron v. Schlotheim. Gotha 1820. Mit K. Lethea geogno-...stica oder Abbildung und Beschreibung der für die Gebirgsformatio-...nen bezeichnendsten Versteinerungen. Von H. G. Bronn. 8. Mit Kupf. ... gr. 4. Unter den ältern Werken sind Bouguer Traité des Pétrifi-...cations. Par. 1742. 4. und 1772. 8. und Walch Naturgeschichte der Versteinerungen. Nürnb. 1768. 4 T. fol. am bekanntesten.

Digitized by Google

wendig zur Physik gehörigen Gegenstand nicht ganz zu gehn.

Eine eigene, ebenso zahlreiche als merkwürdige von Versteinerungen ist in neuester Zeit durch Ehrenb aufgefunden und dadurch der Umfang unserer Kenntnis Ueberbleibsel aus frühern Perioden der Erde auffallend e tert worden. Durch einige Spuren, insbesondere Fischer's läufige Beobachtungen, geleitet untersuchte jener eifrige turforscher die verschiedenen Arten Tripel und Polirerden fand, dafs sie fast ganz aus versteinerten Infusorien und Theilen bestehn. Mit Anwendung starker Vergröfserungen mochte er sogar die verschiedenen Arten durch Kieselerde steinerter Thiere im Franzensbader Gestein und dem dor Kieselguhr, im Kieselguhr von Isle de France, im Berg von Santa Fiora oder San Fiore, im Polirschiefer von im käuflichen Blättertripel, im Klebschiefer von Menilmo und im Feuerstein zu unterscheiden. Der gröfste Theil d Infusorien, welche den noch jetzt vorkommenden oft vollkom gleichen, ist so wohl erhalten, dafs sich die Gestalten de ben besser, als bei den lebenden, unterscheiden lassen. renberg leitet diese genaue Erhaltung der von Kiesel durchdrungenen Panzer jener Thiere aus der Glühhitze welcher sie ausgesetzt waren, die den Kohlenstoff zerst so dafs die im Wasser auflöslichen Erden fortgespült wur Die Gröfse der Infusorien im Polirschiefer beträgt im M $\frac{1}{288}$ einer Linie oder $\frac{1}{6}$ eines menschlichen Kopfhaares, teres zu $\frac{1}{48}$ Lin. Dicke angenommen, wonach auf eine biklinie in runder Zahl 23 Millionen und auf einen Kubik 41000 Millionen solcher Thierchen kommen, deren Gew also nicht mehr als $\frac{1}{187}$ Milliontel eines Grans beträgt. Du die Nachricht hiervon aufmerksam gemacht untersuc Retzius das Bergmehl, welches, im Kirchspiel Degernae an Grenze Lapplands befindlich, bei der im Jahre 1832 statt denden Hungersnoth mit Kornmehl und Baumrinde vermis zu Brod verbacken wurde und nach einer Analyse von Be zelius[2] aus Kieselerde mit organischen Bestandtheilen

1 Poggendorff's Ann. XXXVIII. 213. XXXIX. 101. XL. XLII. 470.

2 Ebendas. XXIX. 261.

Digitized by Google

icht besteht. Auch hierin wurden gegen zwanzig Arten steinerte Infusorien gefunden, deren einige noch jetzt lebenden vollkommen gleichen. Nicht minder besteht ein unweit Ebsdorf in der Lüneburger Heide aufgefundenes, 18 Fuſs mächtiges Lager einer weiſsen, mehlartigen Substanz aus reiner Kieselerde, die bloſs aus Infusorienschalen nach Art des Bergmehles von Santafiora gebildet ist, und ebendiese sind in dem darunter liegenden, 10 Fuſs mächtigen Lager von gelblicher Farbe, welches durch etwas Bitumen gefärbt ist, enthalten. Einige dieser Arten finden sich noch jetzt in der Umgebung von Berlin, ihre Panzer bestehn ganz oder gröſstentheils aus Kieselerde und die Umwandlung derselben in mehlartige Massen scheint dadurch herbeigeführt worden zu seyn, daſs sie in verschiedenen unbekannten Katastrophen der Erdoberfläche der Glühhitze ausgesetzt waren. Es darf hier die in Beziehung auf den Versteinerungsproceſs wichtige Bemerkung angemerkt werden, daſs es den Bemühungen Göppert's[1] gelungen ist, Pflanzentheile mit Metalloxyden oder Kieselfluorwasserstoffsäure zu imprägniren und durch nachheriges Glühen in wahre Petrefacten, mit Beibehaltung ihrer Formen, zu verwandeln, woraus er schlieſst, daſs viele jetzt vorhandene versteinerte Vegetabilien auf gleiche Weise von Kieselerde oder metallischen Stoffen durchdrungen und dadurch versteinert worden seyn können. Wenn man von diesen Resultaten ausgeht und zugleich berücksichtigt, daſs die Natur überall mit gröſsern Mitteln operirt, die wir durch Kunst nicht in gleicher Ausdehnung anzuwenden vermögen, so wird leichter begreiflich, wie manche versteinerte Holzarten noch die einzelnen Jahrringe und die übrigen Formen gerade so zeigen, wie sie im lebenden Zustande vorhanden waren.

Die Versteinerungen gehören im Allgemeinen entweder zum Thierreiche oder zum Pflanzenreiche und die Menge der ersteren ist bei weitem die gröſste. Unter diesen unterscheidet man

A) die *versteinerten Seegeschöpfe*[2], deren Zahl so groſs und deren Verbreitung so allgemein ist, daſs man hieraus zu

---

1 Poggendorff's Ann. XXXVIII. 567. Vergl. XLII. 593.

2 Vergl. Conchiliologia fossile subappenina con osservazioni geologiche cet. Da G. Brocchi cet. Milano 1814. 2 T. 4. System de

Digitized by Google

folgern veranlafst wird, unsere Erde sey in frühester
überall mit Wasser bedeckt gewesen. Unter diese geh
als hauptsächliche Arten:

1) Die *Testaceen*, wozu die *Ammoniten* oder *Amm
hörner* gehören, die von der Gröfse einer Linse bis zu de
nes Wagenrades, meistens in Kalkstein, zuweilen in Sch
felkies oder auch Kupferkies verwandelt, gefunden we
und durch ihre eigenthümliche, den Widderhörnern des J
ter Ammon ähnliche Gestalt leicht kenntlich sind. Man
terscheidet mehrere Hundert Species, findet selten die Sc
erhalten, desto öfter das Volumen des innern weichen I
pers aus Steinmasse nachgebildet, und gewahrt nur eine
ringe Aehnlichkeit derselben mit noch lebenden sehr kle
Thieren, welche hauptsächlich Soldani[1] zuerst im Mee
schlamme bei Rimini fand. In geringerer Menge werden,
sonders im schwärzlichen Kalkstein, die *Orthoceratiten*,
lemniten oder sogenannten Donnerkeile, *Discolithen* und *I
citen* gefunden, welche letztere mit einer Species der *cor
na officinalis* von Corsica Aehnlichkeit haben. In sehr gro
Menge sind die versteinerten Muscheln, als *Ostraciten*, *A
miten*, *Gryphiten*, *Hysterolithen*, *Pantoffelmuscheln* und
dere, vorhanden, minder häufig das von Thomson gefund
Cornu copiae, die *Muriciten*, *Dentaliten* und *Serpuli*
Alle diese stammen aus der Urwelt und ihre Arten sind j
nicht mehr vorhanden, was hinsichtlich des *Balanites p
sus*, der grofsen *Terebratuliten* und der *Strombiten* zwei
haft ist; dagegen findet man sowohl versteinert als noch
bend die gemeinen *Terebratuliten* und den *Trochus lit
phorus*.

2) Die *Crustaceen*[2], worunter die versteinerten Kre
und Krabben gehören.

3) Die *Radiarien*, wozu die *Echiniten* oder Stachelthi
gerechnet werden, die man nur selten mit ihren Stach
desto häufiger die letzteren allein und den versteinerten Kör

---

urweltlichen Conchylien-Geschlechter u. s. w. Von H. Bronn. H
delb. 1821. fol.

1 Lichtenberg's Magaz. Th. I. S. 75.

2 Vergl. Histoire naturelle des Crustacés etc. savoir les Tri
bites par Alex. Brongniart etc., les Crustacés proprement dits par
G. Desmarest etc. Par. 1822. 4.

Digitized by Google

Thieres gleichfalls für sich allein findet. Höchst merk-
rdig sind die *Encriniten*, Reste eines pflanzenartigen Po-
penthieres, welches mit seinem Fuſse auf dem Boden des
eeres festgesessen zu haben scheint und die tulpenartigen
tter seines obern Endes bald entfaltet, bald geschlossen hat.
Glieder seines Stieles findet man in groſser Menge,
zwei und mehreren noch zusammenhängend, als *En-
*oder Rädersteinchen. Eine diesen ähnliche Species
ich in dem Meere der Antillen finden.

4) Die *Corallien*, deren viele Species von *Madreporiten*
d *Milleporiten*, die an den Küsten von England, in Frank-
, Deutschland und Italien gefunden werden, auffallende
ichkeit mit denen haben, die noch jetzt in südlichen
en leben.

5) Die *Ichthyolithen* oder versteinerten Fische finden sich
groſser Menge und von den verschiedensten Gestalten. Da-
gehört die groſse Menge der Abdrücke von Fischgerippen
Schiefer, namentlich im Mansfeld'schen, und diesen ganz
liche zu Sunderland in England[1]. Von den im mansfeld'-
n Kupferschiefer vorkommenden bemerkt Freiesleben[2],
ihre Körpermasse in eine dem schlackigen Erdpech ähn-
iche Pechkohle verwandelt ist, welche im Abdrucke die Stelle
es Fisches einnimmt, selten 0,5 Zoll, meistens kaum einige
n dick ist und zuweilen mit Kupferkies, Kupferglas und
kupfererz überzogen zu sein scheint. Ueber die Art dieser
wandlung geben Göppert's neueste Versuche[3] interessante
schlüsse. Zu Ilmenau findet man Fische mit Bleiglanz
rzogen. Die im Mansfeld'schen vorkommenden sind im
tel 1,5 bis 27 Zoll lang und verhältniſsmäſsig bis 6 Zoll
t, doch finden sich auch seltene Exemplare von 3 Fuſs
ge und 1 Fuſs Breite; meistens liegen sie auf der Seite,
n auf dem Bauche, und beim Spalten des Gesteins ent-
die obere Platte den Fisch, die untere den Abdruck; nicht
en sind die Fische kreuzweise über einander gelagert, und
n läſst sich das ehemalige Fleisch des einen von dem des
ern trennen. Die Petrefactologen unterscheiden unter den

---

1 G. LXX. 349.
2 Geognostische Beiträge. Freiberg 1807 ff.
3 S. a. o. a. Orte.

Digitized by Google

vorkommenden zweierlei Arten Bauchflosser, wovon die-
nen den jetzigen Döbbeln, Weifsfischen, Gründlingen
Heringen ähneln sollen, die andern nie unter 18 Zoll
und von hechtartigem Ansehn sind. Spitzschwänze (ca
mit chagrinartiger Haut findet man nur in Bruchstücken.
brigens sind die Bestimmungen der vorkommenden Arten
Species schwierig, denn es scheinen sich nicht blofs Süfs
serfische, sondern auch Seefische dort zu finden, wie
minder sonstige versteinerte Seethiere und Muscheln, desglei
in Pechkohle verwandelte Abdrücke von kriechenden und w
förmigen Thieren, Amphibien, Schnecken, Abdrücke von
wächsen, als Lycopodien, Farrenkräutern, schilfartigen
tern, bambusrohrähnlichen Stengeln, selbst von Blumen,
ren und Fruchthülsen, endlich selbst verkohlte Holzst
Auf dem Cap der guten Hoffnung fand LICHTENSTEIN[1]
Menge Abdrücke auf Schiefer; sie glichen dem Aal, war
Fufs lang und auf 5000 Fufs Höhe die einzigen Ueber
der Vorwelt, die er entdecken konnte. Unter die schö
Petrefacten von Fischen gehören die in grofser Vollständi
erhaltenen im thonhaltigen Kalkstein auf der Bolca bei
rona, wo sie in grofser Menge gefunden worden sind und
wiewohl seltener, gefunden werden. Sie sollen sämmtlich
chen Arten angehören, welche man gegenwärtig nicht
findet[2]. Sehr grofs ist die Zahl der gefundenen sogenan
Haifischzähne (*Glossopetren, Ichthyodonten* u. s. w.), von
nen angenommen wird, dafs sie den Geschlechtern *Ca-
rias, Galeus, Cunicula* u. s. w., überhaupt den Squalen
gehört haben. Diese Thiere müssen sehr häufig gewesen
da man eine unglaublich grofse Menge solcher Glossop
bei Malta, in Toscana und Calabrien findet. Ein in der
gend von Paris gefundener Zahn war 3 Zoll 3 Lin. lang
3 Zoll breit, wonach LACÉPÈDE die Gröfse des Thiers z
Fufs 9 Zoll berechnet, und dennoch soll man bei M
noch gröfsere gefunden haben. Auch die Türkise hält
für Zähne und Knochen, die von Kupferoxyd durchdru
sind.

---

1 Reisen. Bd. I. S. 151.

2 Gr. STERNBERG. Heft 1. S. 14. Vergl. die versteinerten F
u. s. w. Von DE BLAINVILLE. Ueb. von J. F. KRÜGER. 1823. S.

6) Ueberreste von versteinerten Wallfischen, Delphinen d Seekälbern giebt es viele und wohlerhaltene, die man mentlich in Italien, den Niederlanden und Frankreich geden hat.

B. Die Ueberreste von *Amphibien* aus der Vorwelt sind war in geringerer Menge, aber dennoch sehr zahlreich vorden. Man rechnet dahin

1) die bei Mastricht, Burgtonna u. s. w. gefundenen *Schildkröten*.

2) *Crocodile*, die man von ungeheurer Gröſse namentlich Petersberge bei Mastricht, in Baiern und an andern Orten funden hat, was sehr auffallen muſs, da die jetzt lebenden bloſs an groſsen Flüssen finden[1]. CUVIER fand unter ren Reptilien in Frankreich auch ein *Gavial* vom Gan- und Eidechsenarten, die er zur Species *Sauvegarde* oder *pinambis* rechnet. Sie fanden sich in tieferen Lagern, als Reste von Landthieren, und sind daher muthmaſslich älen Ursprungs. Im Thale des Magdalenenflusses ward 1791 vollständiges Exemplar eines Crocodils gefunden, welches leider zerbrochen wurde; auch fand CUVIER zwischen teinerungen von Seegeschöpfen eine Species von *Monitor*, ichheit riesenmäſsig, von 25 F. Länge mit einem verhältmäſsig kurzen Schwanze. Ueberhaupt hat man eine Menge nderbar gestalteter Reptilien aufgefunden, die man unter der me der *Saurier* zusammenfaſst. Dahin gehört der von ERARD HOME[2] zuerst gesehene *Protosaurus* oder *Ichthyourus*, der von CONYBEARE entdeckte, wegen seiner Gröſse genannte *Megalosaurus*, und das diesen ähnliche, durch TELL[3] aufgefundene *Iguanodon*.

C. *Ornitholithen* oder Ueberreste urweltlicher Vögel issen der Natur der Sache nach im Verhältniſs zu den eben nannten Thierclassen selten seyn, wenn anders die Vorstellungen, welche sich die Geologen von der früheren Beschaffenheit der Erdoberfläche machen, von der Wahrheit nicht abweichen; denn die äuſsere Erdrinde konnte immerhin Infusorien, Seethieren und Amphibien lange vorher einen

---

1 SÖMMERRING in den Münchener Denkschriften. 1817. S. 9.
2 Philos. Trans. 1809. p. 209.
3 CUVIER Recherch. T. V. P. III. p. 417.

Digitized by Google

geeigneten Aufenthaltsort darbieten, ehe die ungleich f organisirten Bewohner der Luft und der Wälder angeme Nahrung fanden. Es war daher erst im Jahre 1781, Darcet aus den Gypsbrüchen von Montmartre ein wo haltenes Exemplar eines versteinerten Vogels erhielt, wel Lamanon zum Geschlechte der Meisen rechnete[1]. Späte man ebendaselbst noch andere Reste gefunden, aber zu um gehörig classificirt zu werden[2], inzwischen überzeugte Cuvier hierdurch zuerst von der wirklichen Existenz so Petrefacten, die man später in gröfserer Menge gefu hat[3].

D. Die Menge der *versteinerten Landthiere* ist grofs, und sie machen sowohl den interessantesten als den schwierigsten Theil der Petrefactologie aus. Man u scheidet zuerst ganz *unbekannte Arten*[4]. Dahin gehört

1) Das *Mastodon* oder der ehemals so genannte fle fressende Elephant vom Ohio, welcher, nach den gefun Ueberresten zu schliefsen, die ganze Strecke vom Ohio b den Patagonen bewohnt haben mufs. Es unterscheidet von dem noch häufigern Mammut durch seine ungeh Backenzähne, auf deren Krone paarweise kegelförmige Z aufsitzen. Vorzugsweise findet man die Ueberreste c Thieres in Nordamerica, namentlich in der Gegend der sümpfe, wo auch C. W. Peale die zwei sehr vollstän Gerippe ausgraben liefs, deren eines nach Philadelphia, andere nach London kam; indefs gehn sie nicht über 43sten Grad nördl. Breite hinaus. V. Humboldt[5] fand zelne Knochen im Campo de Gigante, nahe bei Sta. einer Höhe von 8220 Fufs, und Cuvier glaubte mehrere cies dieses Thieres unterscheiden zu können: a) die g am Ohio, wovon eben geredet wurde; b) *Mammifère di more*, von der kleinen Stadt dieses Namens in Gascogne

---

1 Lichtenberg Magaz. Th. I. S. 22.

2 Journ. de Phys. T. LXII. p. 69.

3 Vergl. Ebel Anleitung die Schweiz zu bereisen. Th. I 586.

4 Vergl. Esper Nachrichten von neuentdeckten Zoolithen kannter vierf. Thiere. Nürnb. 1774. fol.

5 Vergl. Journ. de Phys. T. LXVII. p. 330.

... mehrere Zähne des Mastodon mit den sogenannten Türkisen vereint gefunden hat; c) das kleine Mastodon, dem übrigen völlig gleich, nur ein Drittel kleiner; d) das Mastodon der Cordilleren; e) das sogenannte Humboldt'sche[1], weil dieser berühmte Naturforscher die ersten Knochen davon nach Europa brachte, um ein Drittel kleiner, als das vorhergehende; f) das dem Tapir ähnliche *Mastodonte Tapiroide.*

2) Viel ist verhandelt worden über das *Megatherium* und das *Megalonyx*, wovon man Knochen zu Buenos Ayres, in Virginien und Paraguay gefunden hat und welches unter die grössten Landthiere gehört haben muss. Ein aufgefundenes Gerippe war 12 Fuss lang und 6 Fuss hoch, von starken Knochen und schnabelförmig verlängerten Kinnbacken, in denen sich [illegible] Backenzähne fanden. An den Vorderfüssen hat es drei [illegible] und spitze Klauen in einer Scheide, an den Hinterfüssen nur eine grosse, wovon der eine Name desselben entnommen ist. Faujas de Saint Fond[2] setzt es zwischen Faulthier, Armadill und Ameisenbär. Von den zu Paraguay gefundenen Knochen wurde ein zu Madrid befindliches Skelett zusammengesetzt, und Jefferson hat ein Megalonyx beschrieben, was dem Megatherium zwar ähnlich, aber kleiner ist. Die Petrefactologen haben über die Beschaffenheit des Thieres wegen mangelhafter Beschreibung, einer Folge der verhältnissmässig wenigen, bisher aufgefundenen Reste, noch nicht entschieden.

3) Von *Palaeotherien* kommen viele Ueberreste in den tiefern Lagen der Gypsbrüche auf dem Montmartre vor, nach denen sich fünf Species dieser grasfressenden Thiere unterscheiden lassen, die von der Grösse eines Pferdes bis zu der eines Schafes abnehmen.

4) Ebendaselbst, in den höhern Lagen, finden sich Ueberbleibsel von *Anoplotherien*, nach denen Cuvier gleichfalls fünf Species unterscheidet, die zwischen die Grösse eines Esels und eines Kaninchens fallen.

5) Ein seltenes, hierher gehöriges Thier der Vorwelt ist der *Pterodactylus*, auch *Ornithocephalus* genannt, von der Gestalt einer Eidechse mit dem Kopfe eines Vogels. Nach

1 Ann. du Musée d'Hist. Nat. T. VIII.

2 Essai geol. Par. 1805.

einem in der Münchener Sammlung vorhandenen Exem
zählte Sömmering[1] dieses Thier, welches Cuvier für
fliegende Eidechse hält, zu den vierfüſsigen Thieren.

Als versteinerte Landthiere, deren Gattungen noch
auf der Erde vorhanden sind, kann man unterscheiden:

1) Das *Mammut*, wovon wahrhaft zahllose Ueber
vorhanden sind, die in Italien, Frankreich, Deutschland,
land und vorzüglich in Sibirien in solcher Menge vorkom
daſs namentlich die wohlerhaltenen und daher noch zum
arbeiten geeigneten Zähne, das *ebur fossile,* einen bede
den Handelszweig der dortigen Völkerstämme abgeben.
Ueberreste dieses riesenhaften Thieres der Vorwelt wurden
erst allgemeiner bekannt durch ein am Ende des vorletzten Jahr
derts bei Burgtonna ausgegrabenes Exemplar, welches Tenz
als riesenhaftes Elephantengerippe beschrieb. Bald nachher
man noch ein Skelett bei Erfurt, und seitdem sind in jenen Ge
den, so wie auch in vielen andern, theils vollständige Exemp
theils einzelne Theile aufgefunden worden, die gegenwi
unter die gemeinsten Versteinerungen gehören. Wohl erha
Theile fand man unter andern bei Erfurt[3]; im Sommer 1810 w
bei Samson-Haza in Ungarn durch eine Ueberschwemm
eine Menge solcher Knochen entblöſst[4]; Canstadt bei Stut
hat acht solche Gerippe geliefert[5], Thiede im Braunschwe
schen deren fünf, und dabei unter andern zwei Fangzähne
11 und 14 Fuſs Länge; in einer sumpfigen Gegend bei
ster finden sich solche Knochen in Menge[6], und so an vi
andern Orten. Aus der Lage der Schichtungen bei P
glaubte Cuvier[7] folgern zu können, daſs die Erde meh
einander folgende Katastrophen erlitten habe, unter denen

---

1 Münchner Denkschr. 1811. S. 89.

2 Epistola de sceleto elephantino, Tonnae nuper effosso. G
1696.

3 Lichtenberg's Mag. Th. III. St. 4. S. 1. Lettres sur les os
siles d'éléphans et de rhinocéros qui se trouvent en Allemagne. Dar
1783. (Vom Kriegsrath Merk.)

4 Museum des Wundervollen. Th. II. St. 3.

5 V. Leonhard mineralogisches Taschenbuch. Th. XV. S.
Th. XVIII. S. 651.

6 Mitchil in Journ. de Phys. T. XCII. p. 291.

7 Mém. de l'Instit. T. IX. p. 70.

Digitized by Google

jenige die letzte war, bei welcher die Mammute umkamen, eine Hypothese, welche sehr im Einklange steht mit der Thatsache, daſs am Einflusse des Vilhoui in die Lena, oben im nördlichen Sibirien, durch den Tungusenchef Schumachof ein vollständiges, noch mit Fleisch, Haut und Haaren versehenes Exemplar im Eise des dort stets gefrorenen Bodens gefunden wurde. Adams[1], Aufseher des Naturaliencabinettes zu Petersburg, kaufte es und lieſs es skeletiren. Das Thier hatte dicke, krause, wollige Haare, eine Mähne, keinen Rüssel und keinen Schwanz, das Skelett ist 4 Arschinen hoch und von der Nase bis zum Schwanzbeine 7 Arschinen lang, der eine Fangzahn hatte 15 F. Länge, beide wogen 400 ℔. und waren von den Jakuten für 50 Rubel verkauft worden. Später sind noch andere, minder vollständig erhaltene Exemplare gefunden worden, unter andern eins am Ufer des Eismeers, wovon der Schiffscapitain Papatoff eine Probe der 3 bis 4 Zoll langen, dicken, krausen, grauschwärzlichen Haare erhielt[2]; auch ist in jenen Gegenden bekannt, daſs solche Reste vorhanden sind, und die dortigen Völkerschaften gehn darauf aus, sie zu suchen. Sogar im ewigen Eise der Nordküste von America, in der Eschscholzbai, fanden die Naturforscher der ersten, unter Kotzebue gemachten Entdeckungsreise Mammutknochen[3], auch sind später durch Capitain Beechey zwei Zähne von der Westküste America's aus der Nähe dieser Bai mitgebracht worden. Alle diese Thatsachen, wozu noch der Umstand kommt, daſs es wahrscheinlich mehrere Species dieser Thierart gab, machen begreiflich, wie man zu den verschiedenen Hypothesen veranlaſst wurde, um erklärlich zu finden, auf welche Weise diese Thiere in einem solchen Zustande dort erhalten worden seyn möchten[4], wonach man sie bald den tropischen, bald kälteren Regionen zugehörig, zuweilen für noch lebend vorhanden hielt. Es lassen sich sowohl für das Eine als auch für das

---

1 Programme d'invitation à la Séance publique de la Soc. Imp. des Naturalistes cet. par G. de Fischer. 1808. 4. Henke's Museum. Th. III. St. 4. Braunschweig. Mag. 1811. St. 33. u. a. a. O.

2 Tilesius in Mém. de Petersb. T. V. p. 406.

3 Kotzebue's Reise. Th. III. S. 171.

4 v. Zach monatl. Corr. Th. I. S. 21. Pallas in Comm. Pet. T. XVII. Cuvier in Ann. du Mus. d'Hist. Nat. T. VIII. G. LVII. 302. Brugnatelli Giorn. 1810 u. v. a.

Digitized by Google

Andere gewichtige Argumente geltend machen, deren Erö-
rung aber nicht hierher gehört.

2) Ueberreste des *Rhinoceros* sind zwar minder zahlre
aber fast ebenso weit verbreitet gefunden worden. So wurde
J. 1751 ein vollständiges Gerippe bei Osterode ausgegraben
an Hollmann nach Göttingen gesandt[1], ein zweites von d
selben Stelle kam 1809 an das Museum der naturhistoris
Gesellschaft in Hannover, und überhaupt sind dort viele G
rippe in Verbindung mit andern petrificirten Knochen von
ren u. s. w. gefunden worden[2]. Merkwürdig ist, dafs bei P
mouth eine Menge Rhinocerosknochen in Lehm sich in ei
ringsum mit festem Gestein umschlossenen Höhle befand[3], e
Erscheinung, die man mehrmals beobachtet haben will, nä
lich dafs grofse Mengen von Petrefacten in einer Umgeb
von Stein lagen, die keinen Zugang von aufsen hatten, u
dafs es daher räthselhaft schien, wie die Thiere lebend h
eingekommen seyn möchten. Man findet die Rhinoceroskn
chen meistens mit Mammutknochen vereint, wie zu Cans
und Thiede[4], und übereinstimmend mit dem oben bereits
wähnten Vorkommen des Mammut sah Pallas[5] ein gan
aber etwas beschädigtes Exemplar, welches 1771 im gefror
Sande am Wilhui in 30 Fufs Tiefe ausgegraben worden wa

3) Das *Dinotherium*, ehemals *Tapir* genannt, wov
mehrere Species unter verschiedenen Namen vorkommen, r
senmäfsig, dem Elephanten an Gröfse nahe kommend, w
von sich Ueberreste bei Comminge und Vienne im Delphin
vorzüglich aber zu Eppelsheim bei Darmstadt gefunden hab
In den Gypsbrüchen bei Paris will Cuvier Reste von e
Species gefunden haben, die von der Gröfse eines Kaninch

1 Comment. Soc. Gott. T. II.

2 Blumenbach in G. XLV. 425.

3 G. LVII. 302. Buckland bezweifelt diese Angabe. Die Hau
frage ist, ob festes Gestein oder nur Erde die Eingänge der Höh
verschliefst, auch kann die anscheinend feste Felsart aus Tropfst
bestehn.

4 Ebend. LVIII. 120. Geschichte der Entdeckung, auch D
stellung des geognostischen Vorkommens der bei dem Dorfe Thie
gefundenen merkwürdigen Gruppe fossiler Zähne und Knochen urwelt
cher Thiere. Von Carl Bieling. 1818. 4.

5 Voyage. T. V.

m der eines Pferdes übergehn und sich blofs durch die ihrer Fufszehen unterscheiden.

4) Das *Riesen-Elen* zeichnet sich durch die enorme Gröfse seiner Geweihe aus. Bei einem in Irland gefundenen Exemplare, wo sie, wie in Italien, am häufigsten vorkommen, war der Schädel eine Elle breit und die Spitzen des etliche Centner schweren Geweihes standen 14 Fufs auseinander[1].

Endlich giebt es noch eine Menge Ueberreste von Thieren der Vorwelt, die den jetzt lebenden im hohen Grade gleichen und von denen man daher annehmen kann, dafs sie zu den noch vorhandenen Species gehören. Solche sind

1) das *Hippopotamus* oder Nilpferd, kleiner als diejenigen, die man im Innern von Africa findet.

2) Die *Urstierarten*, wovon sich zahlreiche Ueberreste bei Ofleben, im Rheinthale und sonst in Deutschland, so wie in Frankreich, England und Italien finden, müssen dem jetzigen Rindvieh im hohen Grade ähnlich gewesen seyn, jedoch zeichnen sich einige der ausgegrabenen Reste, namentlich die Hörner, durch ihre Gröfse sehr aus. Nach einem bei Ofleben gefundenen Exemplare nannte Blumenbach das Thier den Urstier und nahm an, dafs die jetzt lebende Species davon abstamme. Das eine Horn wog 6 ℔., das andere 8 ℔. 4 Loth und war 2 Fufs 3,5 Zoll lang; bei einem schönen, Lombardi angehörigen Exemplare in Mailand mifst der Knochen des Horns unten 14 Zoll, der Raum zwischen den Spitzen beider 43 Zoll 3 Lin., zwischen den Wurzeln 14 Z. Lin. und die Länge des einen 19 Z. 6 Linien. Bei einem andern im Jahre 1772 in der Tiber gefundenen kolossalen Kopfe beträgt die Breite des Schädels zwischen den knöchernen Axen beider Hörner 2 Fufs 2 Zoll und die Krümmung des einen Horns 4 Fufs. Inzwischen sind nicht alle Schädel von so enormer Gröfse, manche vielmehr übertreffen die der ungarischen Ochsen nicht und viele sind selbst kleiner. Namentlich in Irland, aber auch in Frankreich und in sonstigen Ländern, findet man Reste dieser Thiere nicht selten in Torfmooren.

3) Knochen von *wilden Schweinen* und *Pferden*, denen

---

[1] Philos. Trans. T. XIX. p. 489.

Digitized by Google

der jetzt lebenden gleichend, findet man zahlreich zwis Elephanten- und Rhinocerosknochen in aufgeschwemmter B

4) Vorzugsweise zahlreich finden sich in Höhlen K chen von einer Species des Bären, den man deswegen H lenbär (*ursus spelaeus*) genannt hat, von Löwen, Tigern Hyänen. Namentlich hat man in den Baireuth'schen und Harzer Höhlen, so wie in verschiedenen in England, Frank und Italien eine Menge von Knochen dieser Thiere gefunden, über jede Vorstellung hinausgeht. Bei der Gailenreuther H ist der Boden mit allerlei Gerippestücken bedeckt, die Fels wände sind damit durchflochten und in der Tiefe herr noch jetzt ein Modergeruch. Namentlich sind in einem k nen Bezirke einer Nische 180 meistens ganze Schädel des H lenbären und Zähne in solcher Menge gefunden worden, man die Zahl der daselbst umgekommenen Thiere auf 350 schät kann. Hiernach glaubt DE LUC[1], dafs diese Thiere, de Knochen man unglaublicher Weise mit einer ebenso grof Menge von Skeletten grasfressender Thiere vereinigt fin durch eine Fluth zusammengeschwemmt seyn müfsten, mit seiner Idee von einer allgemeinen Sündfluth zusamm fällt, BUCKLAND[2] dagegen stellt in seinem gehaltreichen W ke nach den Erfahrungen, die er in England, namentlich der Höhle zu Kirkdale, gemacht hat, die Hypothese auf, di Raubthiere, vorzüglich die Hyänen, hätten ihrer noch j statt findenden Gewohnheit nach die grasfressenden Thi bei längerem Aufenthalte als Beute hineingeschleppt, wo der Umstand spricht, dafs die meisten Knochen der letzt zerbrochen sind; nach einigen Erscheinungen, die sich einer unweit Lüttich gefundenen grofsen Menge von Pet facten darbieten, fühlt man sich geneigt anzunehmen, dafs sämmtlichen Knochen in vielen Fällen durch fliefsendes W ser zusammengespült worden sind.

5) Als eine eigene Classe thierischer Ueberreste aus d Vorzeit dürfen die vielen Knochen betrachtet werden, die si in der *Knochenbreccie* im Felsen von Gibraltar, auf Corsi an der europäischen Küste des mittelländischen Meeres, Itali

---

1 Lettres adressées à M. Blumenbach. L. IV. p. 218.

2 Reliquiae diluvianae cet. sec. edit. Lond. 1826. 4. Prachtw mit Kupfern.

Digitized by Google

Dalmatiens höchst zahlreich finden. Sie sind noch sehr erhalten, zum Theil bloſs calcinirt, gehören einer Menge schiedener Species an, von denen jedoch keine dort jetzt lebend gefunden wird, auch sind sie mit keinen Ver-erungen von Seethieren vermengt.

Versteinerte Menschenskelette, *Anthropolithen*, giebt es ... obgleich mehrere Ueberbleibsel von Menschenknochen ...irt, calcinirt und von metallischen Stoffen durchdrungen ...den werden[1]. Dahin gehören unter andern die von ...inter durchdrungenen Skelette in den Katakomben auf ... und Cephalonia[2]. Am meisten scheinen die merkwür-...ge, auf Guadeloupe gefundenen, in einem verhärteten Kalk-...felsen eingeschlossenen, sehr gut erhaltenen menschli-...en Gerippe zu den wirklichen Versteinerungen zu gehören[3]. ...e ganze menschliche Gestalt ist bei diesen so wohl erhal-...t, daſs die Knochen keiner sonstigen Thierart zugehören ...nen, wie bei manchen andern hierzu gezählten der Fall ...n dürfte. Die Eingebornen nennen diese Versteinerungen ...ibi, wodurch nach König die Caraiben bezeichnet werden, ... auf jener Insel ihre Todten zu beerdigen pflegten. Cu-...vier[4] meint, es könnten Leichen von Menschen seyn, die ...nach erlittenem Schiffbruch ans Ufer geschwemmt wurden, ...d beweist aus der Neuheit des Gesteins, daſs ihr Ursprung ...neuer seyn müsse, als die von ihm angenommene letzte Ka-...strophe der Erde. Hiermit stimmt v. Chamisso[5] im Gan-...zen überein, weil die einschlieſsende Steinart ein aus Bruch-...stücken von Seegeschöpfen, Sand, Thon u. s. w. entstande-...nes neueres Gebilde ist, demjenigen ähnlich, woraus manche ...er jüngsten Südseeinseln bestehn. Entschieden neueren Ur-...sprungs sind auch die in Indien in Kalktuff, Morrum genannt, ...eingegrabenen Abdrücke menschlicher Körper[6]. Incrustirte,

---

1 Sömmering de corp. hum. fabrica. T. I. p. 90. Vergl. Kefer-...stein in v. Leonhard und Bronn Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. ... S. 40.

2 Annals of Philos. 1816. Aug. V. Leonhard und Kopp Propä-...deutik der Mineralogie. S. 230.

3 König in Philos. Trans. 1814. p. 107. Journ. de Phys. T. LXXIX. p. 196. G. LVIII. 198.

4 Die Umwälzungen der Erdrinde u. s. w. Th. I. S. 118.

5 V. Kotzebue's Reisen. Th. III. S. 31.

6 Edinburgh Phil. Journ. N. XXIV. p. 409.

ist, je häufiger sich Uebergänge von bituminösem Holz
Braunkohlen und Steinkohlen zeigen, welche beide let
Arten nur wenig verschieden und höchst wahrscheinlich
einander übergegangen sind. Dieses beweist der Umst
dafs man noch wohl erhaltene Bäume in wirklichen Stein
lenlagern, wie unter andern noch neuerdings in Englan
1100 F. Tiefe, gefunden hat[1]. Ueber den Ursprung der Br
kohlen aber aus verschütteten, vermuthlich auch durch r
oder minder starke Hitze umgewandelten Pflanzen kann
Zweifel obwalten, denn wenn auch einige von wirkli
Steinkohlen nicht zu unterscheiden sind, so zeigen dag
andere genau die Textur des Holzes und der Pflanzen,
denen sie gebildet wurden, mit so kenntlichen Gestalten,
man sogar die Arten und Species zu unterscheiden v
mag[2].

Um aus der grofsen Menge der sonstigen fossilen Uel
reste einer frühern Pflanzenwelt mindestens einige Beisp
anzuführen, mögen die kenntlichen Abdrücke dienen, die
im Schieferthon und Thoneisenstein, im Oeninger Stinksch
fer, im Sandstein bei Edinburg und an andern Orten, in
Grauwacke bei Clausthal und sonst verschiedentlich find
Zu Monrepos bei Lausanne fand man in einem gespalte
Felsen ein wohlerhaltenes Blatt einer niedrigen Palme o
Stacheln, derjenigen ähnlich, welche im südlichen Italien u
in Spanien wächst[3]. Interessant sind vorzugsweise auch
grofsen versteinerten Bäume, die sich z. B. im Kiffhäuser
Niedersachsen, in Ostindien und selbst in Africa[4], kurz
allen Gegenden der Erde finden. Man hat deren bis 60
lang und 7 F. dick gefunden, bald liegend, bald aufre
stehend oder in geneigter Lage, ja selbst mit einem oder b

---

1 Nach öffentlichen Blättern.

2 Es ist hier nicht der geeignete Ort, in die weitläuftigen u
schwierigen Untersuchungen über den Ursprung der verschieden
fossilen brennbaren Körper und die Umwandlung der einen in c
andern, namentlich durch Einwirkung von Hitze und Druck, ein
gehn, vielmehr genügt es zu bemerken, dafs auf jeden Fall der
weitem gröfste Theil seine Entstehung verschütteten Vegetabilien ve
dankt.

3 G. LXVII. 105.

4 V. Leonhard's Taschenbuch 1813.

n Enden aus dem sie einschliefsenden Felsen hervorragend. Lehm und Kies eingeschlossen, neben Mammut- und anm Thierknochen, werden sie in der Richtung der Flüsse in Rufsland gefunden[1]. In den Bleiminen von Durham rden fossile Bäume ausgegraben, einer 22 Z. dick und von bestimmbarer Länge; ein zweiter lag 4 Fufs davon, und so 5ten, welcher 3 F. im Durchmesser hatte[2]. Völlig ngewandelt, aber dennoch aus der Form hinlänglich kenn-r, sind die *Frankenberger Kornähren*, der Staarstein, der holzopal u. s. w. Sehr merkwürdig endlich sind die in Engd gefundenen Baumreste, die zum Theil in Stein, zum Theil Kohle umgewandelt wurden.

Betrachtet man die Petrefacten im Allgemeinen, so giebt kaum irgend ein Land, wo deren nicht gefunden werden. ika ist im Ganzen noch zu unbekannt, als dafs man über selbe zu urtheilen vermöchte, indefs fand Lichtenstein[3] ch dort auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung versteinerte ische, und sogar von Neuholland, welches noch so wenig kannt ist, sandte Pentland[4] eine Sammlung fossiler Knochen an Cuvier. In Asien und America findet man Versteinerungen in Menge, am meisten aber in Europa, wo man ie vorzugsweise gesucht hat, und sie reichen selbst bis zum fsten Norden, den beeisten Küsten Grönlands und Sibiriens. nzwischen finden sich nicht alle Arten von Versteinerungen an llen Orten vereint oder ohne Ordnung durch einander liegend, ielmehr zeigt sich ein gewisses Verhältnifs zwischen dem Alter r untergegangenen Thiere und dem Alter der ihre Reste einschliesenden Felsarten, insofern die ältesten Gebirgsformationen auch e rohesten und danach anscheinend ältesten Thierarten einschliefsen, die Skelette von Säugethieren dagegen sich blofs der äufsersten Kruste der Erde finden. An einigen Orten nd die Versteinerungen, namentlich der Seethiere, in wahrft ungeheurer Menge aufgehäuft, wie unter andern bei Göttingen und in dem Gebirgszuge, welcher sich vom Harze bis

---

1 Kosnizin in Amer. Journ. of Sc. and Arts T. VI. p. 398. Nöggerath über aufrecht in Gebirgsgestein eingeschlossene fossile Baumstämme. Bonn 1819 u. 21. 2 Hefte.

2 Pattinson in Philos. Mag. and Ann. T. VII. p. 185.

3 Dessen Reisen. Th. I. S. 151.

4 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXVII. p. 120.

Digitized by Google

an die Weser auf 15 Meilen Länge und von verhältnifsm
ger Breite hinzieht. In der Schweiz ist der ganze Pilatu
bis oben hin mit Petrefacten angefüllt, und ebenso ist e
Aetna, in den Apenninen und den Pyrenäen, überhau
den mächtigen Lagern des Muschelkalkes und Gryphite
kes. Man rechnet die Masse der in Touraine vorhand
Versteinerungen auf 1266 Millionen Kubiktoisen und der
halt eines einzigen Lagers daselbst beträgt nach Reaumur
Millionen Kubiktoisen. Breislak[1] schätzt die Menge d
Deutschland vorhandenen fossilen Elephanten auf 200,
Rhinocerosse auf 30. In America fand v. Humboldt
unermefsliche Menge Petrefacten, mächtige Lager, wie
Hainberge unweit Göttingen, bei Jena u. s. w. Insbeson
sind die Petrefacten der Seegeschöpfe sehr gut erhalten
liegen oft in so regelmäfsiger Ordnung, dafs man sie für
mälig in einem flüssigen Medium niedergesunken ansehn k
ganz verschieden von den neuern Formationen aus See-
Landmuscheln, die v. Humboldt in America durch das
wegte Meer nicht höher als 30 bis 40 Toisen und nicht
ter als 5 bis 6 Meilen von der Küste aufgehäuft fand,
durch Lamark's Hypothese widerlegt wird, dafs nämlich
Meer sich allmälig zurückgezogen und seine Bewohner
den trocknen Stellen zurückgelassen habe[2].

Vorzüglich haben die unglaublichen Höhen, bis zu w
chen die Petrefacten reichen, die Aufmerksamkeit der Na
forscher rege gemacht. In Savoyen fand de Luc noch A
monshörner in 7844 Fufs, am Aetna reichen sie bis 2400
auf dem Mont-Perdu bis 10000 Fufs, auf dem Jungfrauh
bis 12000 Fufs[3], die versteinerten Fische vom Cap lager
5000 Höhe, die Knochen des Mastodon reichen bis 8900
und versteinerte Muscheln fand Ulloa bis 13352 F., v. H
boldt in Südamerica bis 13200 Fufs, bei Dabah im
malaya-Gebirge aber sind Knochen von Pferden und F
schen in 16000 engl. F. Höhe über der Meeresfläche gef

---

1 Institut. Geolog. T. II. p. 344.

2 Nach der neuern geologischen Hypothese sollen bekannt
die Berge von innen herauf gehoben worden seyn, und hiernach w
den viele früher ganz unbegreifliche Umstände leicht erklärlich.

3 Breislak Instit. Geol. T. II. p. 391.

Digitized by Google

...[1]. Es wird dieses noch auffallender durch den Gegensatz ... Tiefe, bis zu welcher man gleichfalls Reste der Vorwelt ... Ein Pflanzenabdruck der Blumenbach'schen Samm-... wurde 160 Lachter tief in der Grube Dorothea gefunden, ... fand Versteinerungen auf dem Grunde des adriati-... Meeres, das fossile Caoutchouc wurde zu Chastletown ... F. tief unter der Oberfläche der Erde gefunden, und in ...land sollen 2000 Fuſs tief unter der Meeresfläche Ab-... von Pflanzen ausgegraben worden seyn[2]. Um zu begreifen, ... sehr diese Thatsachen bei ihrer Entdeckung auffallen muſs-..., darf man nur berücksichtigen, daſs nach den früher sehr ...ein herrschenden Ansichten die paradiesisch ausgestattete ... durch eine allgemeine Sündfluth ihre Bewohner verloren ... sollte, deren Reste man in den Petrefacten wiederzu-... glaubte, und hiernach muſste das Wasser so hoch über ... Berge gegangen seyn, als sich Petrefacten finden, was sich ... schwer erklären lieſs, man mochte den Ursprung die-... Wassermasse oder die Orte, wohin sie sich wieder zurück-... habe, nachzuweisen versuchen. Nimmt man dagegen ..., daſs die Berge von innen herauf durch vulcanische Kräfte ... worden sind, so fällt diese Schwierigkeit weg, doch ... noch andere, die schwerer zu beseitigen sind, weil ihre ...klärung die Annahme eines andern Zustandes der Erdkruste, ... der gegenwärtige ist, fordert.

Auffallend ist zunächst die Gröſse mancher Thiere, deren ... versteinert gefunden werden. Bei den Seethieren ist ... weniger der Fall, als bei Landthieren, da das Meer noch ... riesenhafte Geschöpfe in Menge nährt; doch bleiben die ...monshörner von der Gröſse eines Wagenrades bei ihrer ...gleichung mit den ähnlichen sehr kleinen, noch jetzt le-... Exemplaren immer merkwürdig. Unter den Landthie-... übertreffen die Knochen und hauptsächlich die Zähne des ...don und *des Mammut* meistens die der gröſsten jetzt ... Elephanten, deren Zähne auſserdem von ungleich ...gerer Gröſse sind. Ein bei Canstadt gefundener Mammut-... soll 6 Centner gewogen haben, während der gröſste eines ... von Ceilon nur 175 Pfund wiegt; nach der Gröſse

---

1 Buckland Reliqu. diluv. Lond. 1826. p. 228.

2 V. Leonhard u. s. w. Propädeutik der Mineralogie. S. 198.

Digitized by Google

jenes Zahnes aber wird das Gewicht des Kopfes auf 18 C
ner geschätzt[1]. Ein bei Verona gefundener Zahn, welc
unten zwei Fufs fehlen, hat dessenungeachtet jetzt noch
Zoll im Umfange[2]. Ein Geweihe des Riesen-Elen w
gegen zwei Centner und die Endspitzen stehn 14 Fufs
einander, ein bei Ofleben gefundenes Horn des Urstiers w
6 Pfund, ein anderes wiegt 8 Pfund 3 Loth und ist 2 F. 3,
lang, und solcher Beispiele giebt es viele, woraus man sch
fsen mufs, dafs die schaffende und ernährende Kraft der
in jener Urzeit ungleich stärker war, als jetzt[3]. Sowohl
ser Umstand, als auch verschiedene andere Gründe setze
aufser Zweifel, dafs die Temperatur der Erdkruste und i
Oberfläche früher ungleich höher war, als sie gegenwärtig
wenn anders nach überwiegenden Gründen die jetzt ver
nert gefundenen Thier- und Pflanzenreste Bewohnern derj
gen Gegenden angehörten, wo wir sie in neuerer Zeit gef
den haben. Vorzüglich fand man unerklärlich, wie das M
mut an die nördlichen Küsten Sibiriens kommen und
schnell im Eise begraben werden konnte, dafs selbst die w
cheren Theile desselben unzerstört blieben, um so mehr,
man Grund zu haben glaubte, dasselbe, wie Elephant
Rhinoceros, für ein tropisches Thier zu halten. Von der l
teren Idee kam man zurück durch die Betrachtung, dafs
Thier mit seinen dicken, wolligen Haaren auch einem kä
ren Klima zugehört haben könne, aber wie diese Thiere
zahlreich Jahrhunderte hindurch im Eise erhalten werden ko
ten, bleibt noch räthselhaft. Zur Lösung dieser Aufgabe n
man zu verschiedenen Hypothesen seine Zuflucht, z. B.
sie sich bei plötzlich einbrechendem Winter nach Norden
verlaufen haben oder durch mächtige Fluthen der in das Po
meer mündenden grofsen Flüsse Sibiriens hergeschwemmt wor
seyn könnten; Viele blieben bei den Wirkungen einer ein

1 G. LVII. 310.

2 Breislak Instit. Geol. T. II. p. 340.

3 Beispielsweise möge hier die Nachricht erwähnt werden,
man bei Blaquemine Ueberreste eines grofsen, vielleicht antedilu
nischen Thieres ausgegraben habe, dessen ganze Länge aus ei
Knochen auf 250 engl. Fufs geschätzt wurde, wenn anders das T
zu den Balänen gehörte, wie man vermuthete. S. Froriep Noti
1826. S. 20.

Digitized by Google

n groſsen Meeresfluth von Süden oder Südwesten her stehn, auf noch verschiedene andere Erscheinungen hindeuten en[1], statt daſs G. Bischof[2] sinnreich eine Senkung der dlichen Küsten und ein Ueberströmen des beeisten Poneerеs wahrscheinlich zu machen sucht. Hierüber zu entheiden muſs jedoch der Zukunft vorbehalten bleiben, wenn ch mehrere und scharf geprüfte Erfahrungen eine nähere timmung zulassen. Unter den Pflanzenabdrücken findet n selbst unter höhern Breitengraden viele tropische Gewächse, namentlich Palmen; es hat sich aber später gezeigt, s nicht alle hierzu gehören, allein durch genauere Bestimmungen hat namentlich Brongniart nachgewiesen, daſs die Erdkruste allmälig erkaltet seyn muſs, weil die höher gelaenen Vegetabilien, so wie einige Thierclassen, minder Ien Klimaten zugehören[3]. Unter die bekanntesten hierbei berücksichtigenden Thatsachen gehört das Auffinden fossiler Knochen von Löwen, Tigern und Hyänen unter höhern eiten, des Gavials, welches bloſs den groſsen Flüssen unter r heiſsen Zone angehört[4], und das Ausgraben von Holzarten in den englischen Kohlenminen, die nach St. Helena und Indien gehören[5]. Man hat an der Wolga in Wetzstein rwandeltes Holz gefunden, welches von ganz gleichen Würrn zernagt ist, als die das Pfahlwerk in Ostindien anbohren; dem aus umgewandelten Pflanzen gebildeten Lager von aun-Erde unweit Cöln hat man Bäume von 2 Fuſs Durchesser und 8 bis 10 Fuſs Länge gefunden, die den Palmen ähnlich sind; im Jahre 1809 aber grub man bei Bagnelot einen kenntlichen Palmbaum aus und einen gleichen bei der rei auf Montmartre, welcher zwischen versteinerten Muheln und Schnecken lag[6].

Bei der Untersuchung dieses Gegenstandes darf endlich r Umstand nicht übersehn werden, daſs so verschiedenartige

---

1 Ueber die Unzulässigkeit dieser Hypothese äuſsert sich schon umbach in G. XLV. 426.

2 Vergl. *Temperatur*. S. 576.

3 Annales des Sciences natur. T. XV. p. 225. Poggendorff's n. XV. 385. Vergl. oben *Temperatur*. S. 572 ff.

4 Sömmering in Münchener Denkschr. 1817.

5 Blumenbach in Gött. gel. Anz. 1813. S. 207.

6 Journ. de Phys. T. LXI. p. 230.

Petrefacten an einem und demselben Orte und obendrein unglaublicher Menge vereint gefunden werden. Bei Can und Thiede finden sich Knochen vom Mammut, von Hy und Hirschen zusammen, so wenig zerbrochen und auf Weise gelagert, die auf ein Herbeischwemmen durch W schliefsen läfst. Inzwischen zeigen sich so wohl erhalten die in aufgeschwemmter Erde gefundenen Gerippe, z. B Canstadt, Thiede, Osterode, Burgtonna u. s. w., statt dafs in Höhlen vereint gefundenen Knochen selten unversehrt, dagegen gänzlich zerstückelt sind. Hierauf hat vor lich Buckland in seinem mehrgenannten classischen W nach den Erfahrungen aufmerksam gemacht, die sich ihm der Untersuchung mehrerer Höhlen in England, namen der zu Kirkdale, darboten. Die dort vereint gefundenen chen gehören nach ihm folgenden Thierclassen an: 1) si Carnivoren, als Hyäne, Tiger, Bär, Wolf, Fuchs, W und eine unbekannte Wolfsart; 2) vier Pachydermen Elephant, Rhinoceros, Hippopotamus, Pferd; 3) vier R nantien, als Ochse und drei Species von Hirsch; 4) drei gern, als Maus, Kaninchen und Wasserratte; 5) verschi nen Vögeln, als Rabe, Taube, Lerche und eine kleine Ente. Fast alle Knochen, einige gröfsere ausgenommen, gänzlich zerstückt, so dafs man kein Skelett daraus zusamm setzen kann. Die gröfste Menge der Zähne gehört der H und den Ruminantien an. So besitzt Gibson unter dern 300 Hyänenzähne, die 75 dort vereinten Indivi angehört haben müssen. Von der grofsen Tigergattung man blofs zwei grofse Hundszähne, jeden 4 Zoll lang, einen Backenzahn, welcher jeden eines grofsen Löwen bengalischen Tigers bei weitem an Gröfse übertrifft; ferne nen Schädel des *ursus spelaeus*, viele Zähne vom Wolf Fuchs und andere von einem unbekannten, einem klei Wolfe gleichenden Raubthiere, am häufigsten aber waren Zähne der Wasserratte. Auch Hörner wurden daselbst ge den, unter andern eins dem Geweihe eines Hirsches ähnl welches an der Basis 9,75 Zoll im Umfange hatte und d an Gröfse dem eines grofsen Rothhirsches gleich kommt.

1 Reliquiae diluvianae, or Observations on the organic Rem contained in caves cet. Lond. 1823. 4. mit vielen Kupf. 2d. ed. Lo 1826. 3d. ed. Lond. 1828. Vergl. Philos. Trans. 1821. P. I. p. 171

Digitized by Google

Um diese verschiedenen Thatsachen zu erklären, hat Buck-
nd die Hypothese aufgestellt, die Höhle sey eine in ural-
Zeit vorhanden gewesene, die anhaltend von Hyänen be-
hnt worden, und diese hätten dann andere Thiere zu ih-
r Nahrung hineingeschleppt. Als ein Argument hierfür läſst
ch anführen, daſs zugleich viele kalkhaltige Excremente, al-
n von knochenfressenden Thieren und denen der Cap'schen
yänen ähnlich, gefunden wurden. Die namentlich in Africa
heimischen Hyänen haben allerdings die Gewohnheit, in
öhlen zu wohnen und Thiere, selbst ausgescharrte mensch-
he Leichname hineinzuschleppen und zu verzehren. Nach
man war die Hyäne der Urwelt um ein Drittel gröſser, als die
nge in Abyssinien, glich aber mehr der vom Cap; die
nge der gröſsten noch lebenden beträgt 5 Fuſs 9 Zoll. In
r Höhle zu Kirkdale sind aber nicht bloſs die Knochen der
rigen Thiere, sondern auch die der Hyäne zerbrochen,
raus Buckland folgert, daſs auch diese Thiere von andern
es Geschlechts, vermuthlich erst nach dem Tode, gefressen
rden seyn müſsten, was mit einer Nachricht von Browne
n seiner Reise nach Dar-Fur übereinstimmt, wonach eine ver-
ndete Hyäne von den übrigen sofort zerrissen wird. Hier-
ch müſsten also alle Thiere, sowohl die grasfressenden, als
ch die Carnivoren und die verstorbenen Hyänen selbst von
n lebenden in die Höhle geschleppt und verzehrt worden, die
öhle also eine geraume Zeit von Hyänen bewohnt gewesen seyn,
ren Knochen sowohl jüngern als auch ältern Thieren dieser
t angehören und in verschiedenen auf einander folgenden Perio-
n mit der schlammigen Erde bedeckt worden zu seyn scheinen, in
lcher sie sich jetzt gelagert befinden. Zugleich muſs jedoch
merkt werden, daſs diese, wie so viele andere Knochen
cht eigentlich in Stein verwandelt, sondern nur calcinirt
d, wie nicht selten die aus Gräbern, und Buckland meint
ner, sie könnten in manchen Fällen nicht wohl anders, als
rch groſse, mehrmals wiederkehrende Fluthen, die von Osten
ch Westen strömten, zusammengeführt worden seyn.

Endlich findet man auch Petrefacten von Land- und See-
geschöpfen vereint[1]. In Mailand befindet sich ein zu Piacenza
efundener Schulterknochen eines Rhinoceros, an welchem

---

1 Breislak Inst. Geol. T. II. p. 393.

Digitized by Google

dicht verwachsne Seemuscheln festsitzen. Nach PALLAS[1] gen in Sibirien Elephantenknochen mit Wallfischgerippen eint, und ebendieses ist der Fall in den Hügeln bei Piac LAPEYROUSE[2] fand zwischen versteinerten Seegeschöpfen dem Mont-Perdu viele in Pechstein verwandelte Kno grofser Landthiere. Aufserdem hat man folgende wohl zu rücksichtigende Umstände beobachtet. Wenn gewisse Verst rungen in einer bestimmten Erdschicht vorkommen un einer hiervon abweichenden nicht mehr vorhanden sind zeigen sie sich abermals, wenn über dieser noch eine d der ersten ähnliche Schicht folgt. Ferner liegen die ni chen Petrefacten in der ihnen eigenthümlichen Erdschich ten am häufigsten, nehmen nach oben hin ab und versch den an der Grenze gänzlich. Hieraus ergiebt sich evi dafs die äufserste Kruste der Erde, wo nicht überall, doc einzelnen nicht unbedeutenden Strecken mehrmals abwechs vom Meere bedeckt war und wieder trocken gelegt wurde die mehrfach wechselnden Erdschichten bei Paris, auf de sel Wight und an der Südküste Englands, in denen sich Ueberreste von Seethieren, bald von Bewohnern süfser wässer finden, geben den Beweis, dafs jene Gegenden in schiedenen Perioden abwechselnd vom Meere und von a sammeltem süfsem Wasser bedeckt waren. Zum Theil sich dieser Umstand zwar aus der Annahme von Ueberschw mungen erklären, die durch starkes Anschwellen der Fl erzeugt wurden, in manchen Fällen mufs man jedoch v zu abwechselnden Hebungen und Senkungen mancher Län strecken seine Zuflucht nehmen, deren einige sich auch in historischen Zeit nachweisen lassen und die vermuthlich der Urzeit, als unser Erdball seine jetzige stabile Beschaf heit noch nicht erhalten hatte, häufiger und in kürzeren rioden erfolgen mochten.

M.

1 Mém. de Petersb. 1755.
2 Ann. des Mines. N. 37.

Digitized by Google

Versuch.

Experimentum; Expérience; *Experiment.*

Im Art. *Beobachtung* ist bereits vieles Hierhergehörende, wie auch der Unterschied angezeigt worden, welcher im ...gemeinen zwischen *Beobachtung* und *Versuch* statt hat. ...r Verf. jenes Artikels hat damit sehr zweckmäſsig die Dar-...llung der (durch Versuche oder Beobachtungen zu finden-...) Naturgesetze auf mathematischem Wege und auch die ... Grundzüge der „Methode der kleinsten Quadrate“ ver-...ken. Wir wollen hier und in dem spätern Artikel *...rscheinlichkeitsrechnung* zu dem oben erwähnten Artikel ... einige in vielen Fällen nützliche und selbst nothwen-...ge Bemerkungen nachtragen.

A. Versuch und Beobachtung.

Bemerken wir zuerst den wesentlichen Unterschied der Gegenstände, durch welche sich die sogenannte physische ... Naturwissenschaft von den exacten, z. B. von der Ma-...matik, unterscheidet. Die reine wissenschaftliche Geometrie ... nicht, ob ein geradliniges Dreieck ein reelles, in der ...ern Natur wirklich vorhandenes Ding ist. Allein sobald ... den *Begriff* eines solchen Dings in unserm Geiste auf-...men, fühlen wir uns auch schon *gezwungen*, die Summe ... drei Winkel desselben gleich zwei rechten Winkeln zu ...zen. Wer immer diese Eigenschaft des Dreiecks leugnen ...llte, müſste zugleich die Möglichkeit des Begriffs eines ...ecks überhaupt leugnen; er müſste sich, nicht etwa mit ... äuſsern Natur und ihren Erscheinungen, die hier nichts ...scheiden, sondern er müſste sich mit sich selbst, mit sei-... ersten Begriffen in directen Widerspruch setzen. In den ...urwissenschaften aber, z. B. in der Physik oder der Astro-...mie, ist dieses ganz anders. Hier spielen die Erschei-...ngen der Natur, wie sie sich unsern Sinnen darstellen, und ... Beobachtungen derselben eine sehr wichtige Rolle, ja sie ... eigentlich die Gegenstände selbst, mit welchen es diese

Digitized by Google

Wissenschaften vorzugsweise zu thun haben. Der Zw
derselben ist die Kenntnifs der Natur, ihrer Wirkungen
wohl, als auch vorzüglich der Regeln und Gesetze, nach
chen diese Wirkungen vor sich gehn. Dazu genügt aber n
der blofse *Begriff*, den man sich, wie oben beim Dreie
aufs Gerathewohl entwirft und dann zusieht, was man
aus diesem Begriffe alles herausfolgern kann, wie es z. B.
griechischen Philosophen gemacht haben, die ebendesw
auch in ihrer Physik so weit zurückgeblieben sind, son
dazu gehört vor Allem *Erfahrung*. Diese Erfahrung abe
zweierlei Art. Man kann erstens die Erscheinungen, wie
sich eben in der Zeit und in dem Raume darstellen, ben
ken und notiren, ohne sie selbst auf irgend eine Weise
beirufen, modificiren oder beherrschen zu wollen, und di
Act wird *Beobachtung* genannt. Man kann aber auch zw
tens, zuweilen wenigstens, solche Erscheinungen selbst her
rufen, die Ursachen derselben erzeugen, eigene Kräfte
Agentien in Bewegung setzen und dieselben willkürlich
absichtlich combiniren, um gewisse Erscheinungen hervo
bringen, die man näher untersuchen will, und dieser
wird *Versuch* oder *Experiment* genannt. Der Physiker,
Chemiker macht meistens Experimente, um zu dem gewüns
ten Resultate zu kommen, der Astronom aber, von dem
Gegenstände seiner Untersuchungen zu weit entfernt und g
aufser seinem Bereiche liegen, mufs sich mit Beobachtungen beg
gen. Doch sind beide Verfahrungsarten einander oft sehr ä
lich, und zuweilen gehn sie sogar gänzlich in einander ü
so dafs der Unterschied zwischen ihnen aufgehoben oder d
unmerklich wird. Es würde daher besser seyn, statt die
beiden Worte *Experiment* und *Beobachtung* die Ausdrü
active und *passive Erfahrung* zu nehmen. Doch ist es an
messener, auch hier, wie in so vielen andern Dingen,
einmal eingeführten Sprachgebrauch beizubehalten.

Es ist merkwürdig, dafs in allen denjenigen Naturwiss
schaften, denen die eigentlichen Beobachtungen zu Grunde l
gen, die Fortschritte nur langsam, unsicher und unregelmäf
gewesen sind, während die eigentlichen Experimentalwisse
schaften, einmal erweckt und gehörig geleitet, ihrer Vervo
kommnung alle sehr schnell entgegeneilen. Die Astronom
hat Jahrtausende gebraucht, bis sie die gegenwärtige Hö

Digitized by Google

Ausbildung erreichte. Die Lehre von der Natur und den sachen der Vulcane, der Erdbeben, der Meteorsteine, der scheinung neuer und der Verschwindung alter Sterne am mmel, endlich unsere ganze Witterungslehre, so viel Zeit d Mühe man auch in allen Ländern darauf verwendet hat, le diese Gegenstände sind in unsern Tagen um wenig oder ichts besser bekannt, als in den ältesten Zeiten. Dieselbe tronomie aber, die seit HIPPARCH bis zu KEPLER, durch nahe siebenzehn Jahrhunderte, nicht viel mehr als still gestanden hatte, fing plötzlich an, raschen Schrittes vorwärts zu en, von dem Augenblicke an, wo sie in NEWTON's Hand eichsam ein Zweig der Mechanik, d. h. einer wesentlich experimentalen Wissenschaft geworden ist. Die Mineralogie ar bis zur Mitte des 18ten Jahrhunderts durchaus nicht als e eigentliche Wissenschaft betrachtet worden; die Beschreibungen, die uns THEOPHRAST und PLINIUS hinterlassen haben, genügen in den meisten Fällen nicht einmal, die Gegenstände, von denen sie sprechen, wieder zu erkennen. Von m Augenblicke an aber, wo man die Chemie auf die Mineralien anzuwenden begann, und wo BERGMANN die glückliche Idee aufgefaſst hatte, sie in bestimmten Richtungen zu alten und dadurch die primitive Form ihrer Elemente zu kennen, ging die Mineralogie von einer bloſsen Namenliste einer methodischen Darstellung ihres Gegenstandes, von em bloſsen Aggregat zu einem Systeme, zu einer eigentlichen Wissenschaft über.

B. Vorsicht und Entfernung der Vorurtheile.

Da nun die *Erfahrung* als die eigentliche Basis aller Naturwissenschaften anerkannt ist, so muſs uns daran gelegen n, dieselbe so gut und zweckmäſsig als möglich zu machen. Der gröſste Theil dieser Vorbereitung hängt glücklicherweise von uns selbst ab. Er besteht in der völligen Entfernung und Reinigung des Geistes von allen vorgefaſsten Meinungen und Ansichten, in dem festen Entschlusse, mit dem rectes Resultate des Experiments zu stehn oder zu fallen, nd überdieſs in der umsichtigen und streng logischen Ableitung alles dessen, was wir aus diesen Resultaten zu folgern

Digitized by Google

haben. Die Feinde, mit denen wir hier zu kämpfen ha sind die *Vorurtheile*, die uns auch sonst wohl oft genu Leben entgegenstehn. Diese Vorurtheile können in wesentlich von einander verschiedene Classen getheilt wer insofern sie nämlich erstens aus unsern Meinungen und z tens aus unsern Sinnen entspringen.

Die *Vorurtheile der Meinungen* erhalten wir entw durch unsere eigenen oberflächlichen Ansichten der Gegenstä oder durch Mittheilung von Andern, deren Autorität wi sehr vertrauen, oder endlich vom Herkommen und von Vo meinungen, die Jahrtausende durch von einer Nation zur dern wandern und dadurch endlich so tiefe Wurzeln in schlagen, dafs selbst ein leiser Zweifel daran schon unna lich, oft sogar strafbar erscheint. Hierher gehört z. B. Meinung, dafs die Erde der gröfste Körper des Weltalls dafs alle andere Himmelskörper nur ihretwegen da sey dafs diese Erde im Mittelpunct des Universums unbeweg stehe; dafs das Feuer seiner Natur nach aufwärts steige; dafs Mondlicht kalt sey; dafs der Thau aus der Luft herab u. dgl. m. Das einzige Mittel gegen solche Vorurtheile li in den Beobachtungen selbst und in ihrer richtigen Beurth lung. Unglücklicherweise scheint es in der menschlichen C stitution zu liegen, an allen den Dingen, die wir von frü Jugend an als wahr zu erkennen gelehrt worden sind, an so viele Andere glauben und über die jene zwei mächti Potenzen, Autorität und Gewohnheit, einmal ihren Stab schwungen haben, fest, oft bis zur Hartnäckigkeit, bis z Fanatismus *pigris radicibus* fest zu halten. Da aber w nur Wenige gelebt haben, die von diesen Fehlern ganz gewesen sind, so wollen wir mit dem alten Dichter dieje gen für die Optimaten halten, *qui minimis urgentur*. Gew ist nur, dafs derjenige, der noch ganz in den Fesseln die Knechtschaft liegt und weder Wunsch noch Streben zur i nern Freiheit in sich fühlt, für die Wissenschaft, so wie sich selbst, als ein verlorner Mann zu betrachten ist.

Die zweite Classe, die *Vorurtheile unserer Sinne*, si in ihrem Anfange gewöhnlich noch heftiger und eindringe der, als die ersten, aber sie sind nicht so dauernd und ha näckig. Unseren eigenen Sinnen nicht zu trauen ist alle

Digitized by Google

ags eine beinahe unmögliche Anforderung an uns selbst. ler dieses wird auch nicht gefordert, sondern nur, daſs wir gen die Urtheile, die wir aus diesen sinnlichen Eindrücken leiten, auf unserer Hut seyn sollen. Wenn z. B. ein Sinn gen den andern Zeugniſs giebt, oder wenn sogar derselbe mit sich selbst widerstreitet, dann wird man doch annehmen nnen und müssen, daſs irgendwo ein Irrthum liege. So ist, m dieses durch ein Beispiel zu erläutern, nichts natürlicher, f den ersten Anblick wenigstens, als die Farbe aller Körper r ein Ding zu halten, das diesen Körpern ganz ebenso eigenthümlich zukommt, wie Härte, Gewicht u. dgl. Daſs dieses aber ein Vorurtheil sey, davon kann man sich durch sein genes Auge überzeugen, wenn man in einem verfinsterten mmer das von einem Glasprisma gebrochene Licht der Sonne z. B. auf ein gelbgefärbtes Papier fallen läſst. Das Papier wird th erscheinen, wenn es in den rothen, und grün, wenn es den grünen Strahlen liegt u. s. w., während die gelbe Farbe eses Papiers, die wir früher für die eigentliche Farbe desselben gehalten haben, in jenem Roth oder Grün bis auf seine letzte Spur verschwunden ist. So erscheint uns allen, um ein zweites Beispiel von einer solchen Sinnentäuschung anzuführen, der Mond bei seinem Auf- oder Untergange viel gröſser, als wenn er hoch am Himmel steht. Daſs dieses aber eine bloſse Täuschung sey, die in unserm Sinne oder vielmehr in unserm Urtheil über diesen Sinn gelegen ist, folgt sofort daraus, wenn wir den Durchmesser des Mondes in jenen beiden Lagen mit einem Instrumente wirklich messen, wo derselbe dann im Horizonte stets am kleinsten gefunden wird, wie er auch in der That seyn muſs, weil er da am meisten von uns entfernt ist. Hier hat man zwei einander diametral entgegengesetzte Augenzeugnisse, aber dem einen derselben ist das Instrument zu Hülfe gekommen. Da wir übrigens hier nicht von den eigentlichen Krankheiten der Sinne, z. B. von der Doppelsicht u. dgl., sondern nur von den kranken oder unrichtigen Urtheilen sprechen, die wir so häufig aus jenen Sinneseindrücken ableiten, so versteht es sich von selbst, daſs das einzige Mittel gegen diese zweite Art von Vorurtheilen bloſs in der Berichtigung dieses unseres Urtheils, also in unserer Vorsicht und Aufmerksamkeit zu finden seyn wird.

Da unser Geist nicht selbst in dem Gegenstande liegt, den

wir eben betrachten, und da er auch in keine unmittel
Relation mit ihm gebracht werden kann, so haben wir es
mit den Signalen zu thun, die von jenen Gegenständen
serem Geiste zugeführt werden. Die wundervolle Art,
diese Zuführung geschieht, ist für uns ein Geheimnifs, so
die Weise, wie wir diese äufsern Eindrücke in unserm In
verarbeiten und mit den ihnen correspondirenden Eigens
ten und Affectionen jener Gegenstände selbst in Verbin
bringen. Die Seele spielt dabei, wenn wir dieses Gleich
wagen können, die Rolle jenes Mannes, der an dem Ges
seiner Insel in einer Hütte sitzt und die Signale aufzeich
die ihm von einem fernen Wartthurm aus der hohen See
geben werden. Obschon er die wahre Bedeutung dieser
chen nicht kennt, so wird er doch, wenn er z. B. auf e
derselben stets ein Schiff nach einiger Zeit an seinem
ankommen sieht, dieses Zeichen mit diesem Schiffe in
bindung bringen, so wenig Aehnliches auch dieses Zei
mit dem Telegraphen, der es ihm schickt, oder mit dem A
das es sieht, oder endlich mit dem Schiffe haben mag,
sen Ankunft durch jenes Zeichen verkündet werden soll.
ses erinnert uns an die Erzählung des Capitains Head,
als er in den Pampas (grofsen Ebenen) von Peru reiste,
ihn begleitende eingeborne Führer, in die Höhe seh
plötzlich zurief: *Ein Löwe!* Ueberrascht von diesem A
begleitete er den aufgehobenen Arm des Wilden, sah
in die Höhe und bemerkte endlich nicht ohne Mühe e
Condor, der in den Lüften immerwährend einen kleinen
beschrieb. Unter diesem Kreise auf der Erde fand er n
her den Cadaver eines Pferdes, von dem ein Löwe g
zehrte, dem der Condor mit neidischen Augen von seiner
tigen Höhe zusah. Das Signal des Vogels war für den
den, was für einen gewöhnlichen Wanderer der Anblick
Löwen selbst gewesen wäre, und in seinem raschen Au
warf er, wie wir auch alle Tage thun, Zeichen und Ge
stand zusammen.

C. Analyse der Versuche oder der Beoba tungen.

Wenn wir nun die Eindrücke, welche die äufsern Ge

Digitized by Google

üde auf unsere Sinne machen, untersuchen wollen, so gehn i dabei, durch eine andere merkwürdige Einrichtung unsers ügen Organismus, gewöhnlich auf die Jagd nach den *Ur*-ben derselben aus, weswegen bekanntlich der Mensch öf-cherzweise das Ursachenthier genannt wird. Gewöhnlich en wir uns bei diesem Geschäfte mit der *nächsten* Ursache gen und von dieser wieder die nächstfolgende Ursache en oft sehr späten Nachkommen überlassen. Die Endur-en aller Dinge aber haben sich die Metaphysiker vorbe-n, die wir um dieses Geschäft zu beneiden keine Ursache n. In diesem Aufsuchen der Ursache einer Erscheinung ihres Zusammenhangs mit andern, vorhergehenden und ver-en Erscheinungen besteht gröfstentheils das, was man die e der Beobachtungen zu nennen pflegt.

Am glücklichsten geht dieses Geschäft von statten, wenn dasselbe auf demselben sinnlichen Wege, auf welchem Beobachtung erhalten worden ist, fortführen, wenn man n Rede stehende Erscheinung z. B. wieder auf eine Be-g oder auf eine andere durch unsere Sinne wahrnehm-Affection zurückbringen kann. Dieses ist uns z. B. in *Akustik* gelungen. Der unmittelbare Eindruck, den der d unser Gehörorgan hervorbringt, hat nichts gemein mit einer Bewegung, und doch sind schon die ältesten Grie-darauf gekommen, den Ton, den z. B. eine Saite giebt, den Bewegungen ihrer Theile in Verbindung zu bringen, die Bewegungen sich der die Saite umgebenden Luft mit-n und endlich von da sich bis zu unsern Ohren fort-en[1]. Aber wie wenige solcher Fälle können wir in den

---

[1] Nicomachus aus Gerasa erzählt in seinen *arithmetischen Ab-ngen*, dafs Pythagoras auf einem Spaziergange, in Gedanken die Ursache der Harmonie der Töne versunken, an der Hütte Schmiedes vorbei kam und verwundert hörte, wie die Töne mmer, die abwechselnd den Ambofs trafen, in einem gewissen lichen Verhältnisse zu einander standen. Indem er die Sache untersuchte, fand er, dafs die Intervalle zwischen diesen Tö-die Quarte, Quinte und Octave seyen. Er wog die drei ge-ten Hämmer und fand, dafs der eine, der die Octave gab, schwer war, als der schwerste, während der mit der Quinte Drittel und der mit der Quarte drei Viertel von jenem wog. Hause angekommen dachte er weiter über die Sache nach und

andern Theilen der Geschichte unserer Naturwissensch
angeben. Was wissen wir z. B. von der Art, wie für
sern Gaumen das, was wir süfs, bitter u. dgl. nennen,
zeugt wird? Wenn wir uns vorschnellen Urtheilen hing
wollten, so könnten wir diese Empfindungen unsers
schmacks unter die letzten, diesen Körpern ursprünglich
kommenden Eigenheiten zu zählen veranlafst werden. Al
dieses würde nur unsere Unwissenheit von den Veränderu

---

fand endlich, dafs, wenn er gleichlange Metallsaiten mit Gewic
spannte, welche dasselbe Verhältnifs 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ wie jene Hämmer
ten, diese Saiten dieselben drei musikalischen Accorde hervorbrin
Auf diese Weise soll Pythagoras ein bestimmtes Mafs für die
schiedenen Töne erhalten und die Musik zu einem Gegens
arithmetischer Speculation erhoben haben. Diese Erzählung des
comachus, der am Ende des ersten Jahrhunderts unserer Zeitrechn
lebte, ist ohne Zweifel etwas ungenau, da jene drei Accorde kei
wegs durch Hämmer von den bezeichneten Gewichten hervorgebr
werden. Das Experiment mit den Saiten aber ist vollkommen ri
und bildet auch heutzutage noch die Basis aller mathemati
Theorie der Musik.

Wenn man aus dieser Nachricht den Schlufs ziehn darf, d
diese schöne und wichtige Entdeckung blofs dem Zufalle zu verd
ken ist, so mufs doch wohl dabei bemerkt werden, dafs Pythago
schon früher im Besitz von Ideen gewesen seyn mufs, durch we
dieser glückliche Zufall erst möglich geworden ist. Er mufste be
einen bestimmten und genauen Begriff von den Relationen der T
besitzen, die wir jetzt durch Octave, Quinte und Quarte bezeich
Wäre er diese Relationen scharf aufzufassen nicht früher schon
fähigt gewesen, so würden jene Hammerschläge sein Ohr ganz ebe
ohne allen Erfolg, wie die Ohren jenes Schmiedes berührt haben.
mufste selbst schon vorher Bekanntschaft mit Zahlenverhältnissen üb
haupt gemacht haben, und vor Allem, was wohl sein gröfster V
theil vor dem Schmiede war, mufste er einen gewissen innern Dra
in sich fühlen, zwei scheinbar so verschiedene Dinge, wie Zahlen u
Töne sind, in innige Verbindung mit einander zu bringen. N
nachdem einmal diese Verbindung zweier so heterogener Elemente
seinem Geiste vorausgegangen war, wurde es ihm möglich und a
wahrscheinlich nicht mehr schwer, ein Experiment auszusinnen, w
durch seine Ideen vollkommene Bestätigung erhalten sollten. Die
Experimente mit gespannten Saiten machten dann die Philosophen
der pythagoräischen Schule, besonders Lasus von Hermione und Hi
pasus von Metapontum, indem sie bald die Länge der Saiten, bal
die sie spannenden Gewichte änderten. Man s. Montucla Hist. de
Mathém. III. 10.

Digitized by Google

en, welche unsere Geschmacksorgane von jenen Körpern n, wenn sie mit ihnen in Berührung kommen. Eine ung des Salzes, welches die Chemiker Schwefelsilber , mit einem andern Sodasalze verbunden, haben beide en auf die Zunge gebracht eine intensive Süſsigkeit, d jedes einzelne sehr widerlich bitter schmeckt. Ein s Sodasalz schmeckt anfangs sehr süſs, wird aber allmä- enn es länger auf der Zunge liegt, bitter und endlich h bitter, wie Quassia.

ie schwer es ist, aus den Erscheinungen der Natur auf ränderungen zu schlieſsen, die dabei in dem Inneren örper vorgehn, mögen wir schon daraus entnehmen, ir nicht einmal wissen, was in uns selbst vorgeht, so r eines unserer eigenen Glieder in Bewegung setzen . Wir sind uns einer innern Kraft bewuſst, durch die sere Arme und Beine und mittelst derselben auch an- emde Körper in Bewegung setzen können. Aber wir n durchaus nicht sagen, wie dieses zugeht. Selbst dann, diese unsere innere Anstrengung keine äuſsere, sicht- Wirkung hervorbringt, wenn wir z. B. bloſs unsere ei- n Hände gleich stark gegen einander drücken, fühlen wir die Beschwerde, durch die Erschöpfung, die in uns ent- daſs etwas in uns vorgeht, von dem die Seele das Agens ler Wille die ausführende Ursache ist. Wenn wir von r Geburt an in einen finstern Kerker gesperrt und alle e Glieder mit Fesseln belegt gewesen wären, so würde ten erwähnte innere Anstrengung uns doch den Begriff Kraft verschaffen. Aber von da in Freiheit gesetzt würde ur die Erfahrung auch die Wirkung dieser Anstrengung, ewegung, kennen lehren, indem wir nämlich die Erfah- machten, daſs dieselbe innere Anstrengung, die uns er- t und endlich unsere Kraft, ohne dadurch irgend eine gung hervorzubringen, auch erschöpft, uns in den Stand , im freien Zustande nicht nur uns selbst, sondern auch Körper auſser uns in Bewegung zu setzen. Wenn wir der Glieder unseres Körpers in Bewegung setzen, so int uns der Sitz der bewegenden Ursache in diesem Gliede t zu seyn, während sie doch gewiſs nicht darin, sondern em Gehirn oder dem Rückenmarke liegt. Denn wenn ein re, der jenes Glied mit dem Gehirn oder dem Rücken-

Digitized by Google

marke verbindet, zerschnitten wird, so werden wir uns ve
bens anstrengen, jenes Glied in Bewegung zu setzen, und
ser festester Wille wird ohne Erfolg bleiben. Schon aus
sem einzigen von uns selbst genommenen Beispiele wir
sehr wahrscheinlich, dafs bei allen Erscheinungen in der
tur das Auffinden der ersten Ursachen (die man auch
zuweilen *Endursachen* nennt) nicht unsere Sache ist.
müssen uns begnügen, diese Erscheinungen auf sogena
Gesetze zurückzuführen, auf allgemeinere Erscheinungen,
welche wir jene besondern subsumiren und die wir einstw
als die nächsten Ursachen dieser Erscheinungen betrachten mö
Mit dieser Beschränkung bleibt aber unserer geistigen Thä
keit immer noch ein sehr grofses Feld zu bearbeiten ü
Man bedenke nur, wie viele Erscheinungen der Natur
bereits aus dem einzigen Gesetze des verkehrten Quadrats
Entfernung abgeleitet haben! Worin aber dieses Gesetz
gentlich besteht, von welchem andern höhern Gesetze es
ter abhängt, was überhaupt Anziehung, Materie, Kraft u.
an sich selbst seyn mag, dieses zu untersuchen überläfst
Naturwissenschaft der Metaphysik mit dem Wunsche,
diese letztere bald mehr finden möge, als sie seit der Zeit
Griechen bis auf unsere Tage in der That gefunden hat.

Um noch ein anderes Beispiel von der Analyse der
scheinungen oder von der Zurückführung derselben auf
nächsten Ursachen zu geben, so gelangen wir bei der A
lyse des *Tons* auf eine Anzahl von Phänomenen, die wir
auf zwei Ursachen zurückführen, auf die *Bewegung* (
tönenden Körpers, der Luft und selbst des Gehörorgans)
auf die geistige *Perception* der durch diese Bewegung herv
gebrachten, in uns selbst vorgehenden Aenderungen. U
diese beiden nächsten Ursachen hinaus aber können wir n
gehn, daher wir denn auch die Bewegung und die sinnli
Wahrnehmung dieser Bewegung einstweilen als die zwei
fachsten Ursachen des Tons und aller seiner Erscheinungen
zunehmen gezwungen sind. Auf ähnliche Weise gelangen
bei der Analyse anderer Phänomene häufig auf den Begriff
Cohäsion und der *Elasticität* der Materie, aber einmal
angekommen müssen wir auch ebenda stehn bleiben, w
halb wir einstweilen wieder diese zwei Eigenschaften der M
terie als Endursachen der Erscheinungen betrachten, ohne a

Digitized by Google

wissen, ob dieselben nicht vielleicht in noch höhern Ge-
en enthalten sind, die wir aber nicht kennen und wahr-
lich auch nie kennen werden.

Von dem Daseyn einer *Kraft* haben wir, wie oben er-
, durch die Anstrengung unserer eigenen Gliedmaſsen
einander bereits den Beweis oder, wenn man lieber
, das Bewuſstseyn erhalten. Mag es immerhin befremdend
inen, daſs auch die todte Masse eine solche Wirkung
bringen soll, die wir an unserm Körper nur als den
gen Ausfluſs des Willens erkennen, so können wir uns
nicht gegen den directen Einfluſs unserer Sinne aufleh-
, wenn wir z. B. die Erfahrung machen, daſs eine Stahl-
, durch unsere Hand gebogen, ganz auf dieselbe Weise
zurückwirkt, als wenn wir selbst unsere eigenen Hän-
gen einander gedrückt hätten. Welches die eigentliche
che dieser unserer eigenen oder jener auſser uns vorge-
den *Bewegung* seyn mag, die wir einstweilen durch das
Kraft bezeichnen, ist uns unbekannt, und noch viel
nifsvoller für uns scheint jene innere Bewegung zu
, durch welche wir die Wirkungen der äuſsern Bewegung
rem Bewuſstseyn, zu unserer Perception bringen. Auch
uns alle Mittel, dahin zu gelangen, gänzlich zu feh-
, da wir nicht im Stande sind, durch irgend einen von
freien Willen abhängenden Act eine solche Perception
bringen und unser eigenes Innere zu beobachten. Wir
alle von der Natur ein Instrument erhalten, durch welches
die Dinge auſser uns, die Dinge auſser diesem Instrumente zu
achten pflegen, aber dieses Instrument selbst zu beobachten,
fehlt uns jedes Mittel, so lange wir nicht voraussetzen
, daſs die Brille, durch die wir alle Dinge auſser uns
, auch diese Brille selbst noch sehn soll. Zwar können
urch Hülfe des Gedächtnisses und der Einbildungskraft
Eindrücke von solchen Perceptionen in unserm In-
erzeugen, die zuweilen selbst sehr lebhaft sind. In un-
Träumen z. B. oder in gewissen krankhaften Zuständen
Nerven erhalten wir solche innere Perceptionen oder
onen, denen kein äuſserer, entsprechender Gegenstand
nde liegt. Allein wie uns die *Kraft*, als Ursache der
gung, deswegen vorzüglich ein Geheimniſs ist, weil wir
, durch unser Inneres, diese Kraft ausüben, so muſs uns

Digitized by Google

auch jene andere Ursache der Perception ein Geheimnifs b ben, weil wir sie durch unsern freien Willen nur auf meistens sehr unvollkommene Weise hervorbringen kö und weil wir in den wenigen Fällen, wo wir sie kla lebhaft erzeugen, immer in einem Zustande (des Traums der Krankheit) sind, wo alles Nachdenken und selbst alle gentliche Beobachten gelähmt und aufgehoben ist.

Aus allem Vorhergehenden folgt also, dafs wir un unsern Untersuchungen der Natur, d. h. bei unsern *Versu* und *Beobachtungen*, mit der Analyse dieser äufsern Ers nungen zu begnügen und blofs zu suchen haben, ob sich diesen Erscheinungen irgend ein sogenanntes *Gesetz* abl läfst, unter welchem mehrere derselben, je mehr desto be enthalten sind. So zusammengesetzt und verwickelt diese scheinungen auch meistens zu seyn pflegen, so lassen sie doch oft, wie wir bereits aus Erfahrung wissen, auf a einfachere, auf sogenannte Elementarerscheinungen zurück ren, und durch diese letzten werden eigentlich jene Ge constituirt. Da wir aber bei jeder Masse von Phänom wie sie sich unsern Sinnen aufdringen, die ihnen zu Gr liegenden Elementarphänomene nicht *a priori* angeben nen, so müssen wir bei allen unsern Versuchen ganz eb verfahren, wie der Chemiker bei seinen sogenannten Analy der jeden Körper, den er auf seine Capelle bringt, so l auflöst und in seine Bestandtheile zerlegt, bis er zu sol Theilen gelangt, die er nicht weiter auflösen kann und er daher *Elemente* zu nennen pflegt. Oft ist diese Ana dieses Aufsuchen der elementaren Erscheinung, die jenen sammengesetzten zu Grunde liegt, mit grofsen Schwierigk verbunden, selbst in solchen Fällen, wo das Daseyn der ben uns nicht mehr zweifelhaft ist, ja wo wir auf einen wissen Zusammenhang mit andern, dem Anscheine nach ganz heterogenen Erscheinungen gleichsam von der N selbst hingedrängt werden. Um auch davon ein merkwü ges Beispiel zu geben, so bemerkte man schon vor meh Jahren, dafs der Magnetismus, der für uns so lange in Geheimnifs gehüllt blieb, viel mit der Elektricität ge habe. Allein erst durch Oersted's Versuche sind diese den, einander bisher fremden Hauptagentien der Natur ander näher gerückt, und die Zeit ist vielleicht nicht n

Digitized by Google

wo man beide nur als den Ausfluſs einer und derselben
n Quelle betrachten wird. Fälle solcher Art sind für die
nschaft stets von der gröſsten Wichtigkeit. Sie fordern
gleichsam mit Gewalt zu weitern Untersuchungen auf,
wie bei der Annäherung der lange gesuchten Auflösung
Räthsels zeigen sie uns, an welcher Stelle das gewünschte
verborgen ist und gefunden werden kann, sobald wir
noch den letzten Schleier lichten, der es bedeckt. So-
man bei seinen Versuchen auf eine solche Elementarer-
nung gekommen ist, muſs die nähere Untersuchung der-
mit der gröſsten Sorgfalt vorgenommen werden, beson-
wenn dieselbe auch bei mehrern andern zusammenge-
n Erscheinungen sichtbar wird. Dieses Hervortreten ei-
emeinsamen zwischen scheinbar oft sehr verschiedenen
n ist von der gröſsten Wichtigkeit bei allen Versuchen,
dadurch vorzüglich, wenn nicht dadurch allein, wird der
zu allen Entdeckungen in den Naturwissenschaften ge-
. Dadurch wächst nicht nur jede einzelne Wissenschaft,
rn auch die Verbindung und Abhängigkeit mehrerer Wis-
haften unter einander. Auf diesem Wege hatte man
vor der eben erwähnten Entdeckung des Elektromagne-
s durch OERSTED mehrere allgemeine Aehnlichkeiten
hen dem Magnet und der Elektricität aufgefunden und so
groſse Entdeckung selbst vorbereitet und gleichsam erst
ch gemacht. Auf demselben Wege führte auch die
nur geahnete Analogie zwischen Licht und Schall zur
iterung und zugleich zu einer engern Verbindung der
mit der Akustik, und schon jetzt zweifelt kein Physi-
ehr, daſs beide Wissenschaften aus einer gemeinsamen
e, aus der vibratorischen Bewegung eines elastischen
ums, entspringen. Auf demselben Wege endlich wird
scheinlich auch die Familienähnlichkeit, die zwischen
ern bisher als elementar betrachteten Körpern herrscht
zwischen Nickel und Kobalt, zwischen Chlor, Iod und
), uns dereinst noch zu Relationen dieser Körper führen,
as Innere derselben betreffen, von dem wir bis jetzt noch
Ahnung haben.

D. Reduction der Versuche auf die Gese der Bewegung.

Dem Scharfsinne der griechischen Philosophen, die so gern mit den Erscheinungen der Natur, auf ihre W übrigens, beschäftigten, war diese Analyse der Beobachtun dieses Auffinden des Aehnlichen im Mannigfaltigen, des meinsamen im Verschiedenen, gewifs nicht unbekannt, wir aus ihren Schriften sehn, aber eines der vorzüglich Mittel dieser Reductionen war ihnen unbekannt, und des steht ihre Naturkenntnifs so ungemein weit hinter der Neuern zurück. Fast alle Phänomene der Natur führen in ter Instanz, so weit wir nämlich sie verfolgen können, *Bewegung* zurück. Aus dieser Ursache steht die Dyn oder die Lehre von den Kräften und ihren Bewegungen h zutage an der Spitze aller Naturwissenschaften. Diese L aber war den Alten ganz unbekannt, da sie erst mit GAL gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts in Aufnahme k Seit dieser Zeit ist aber die Dynamik auf rein mathemati Wege so ausgebildet worden, dafs sie für die schwersten, Alten ganz unzugänglichen Untersuchungen geeignet ist in ihren Resultaten ganz derselben Sicherheit, wie Mathematik selbst, sich erfreut. Ihre ersten Grundsätze einfach und im höchsten Grade bestimmt, und sie stehn gleich in der innigsten Verbindung mit den geometris Gröfsen des Raumes und der Zeit, so dafs sie und alle Operationen sich ebenso gut und leicht den mathematis Methoden, als den Erscheinungen der Natur selbst anpa lassen. Durch blofse mathematische Schlüsse kann man dynamischen Untersuchungen beinahe so weit, als man immer will, ausdehnen, so zwar, dafs die eigentlichen Gr zen der Dynamik zugleich die unserer mathematischen A lysis sind, was von keiner anderen Wissenschaft gesagt w den kann. Auch ist die Zeit für uns bereits gekommen, die gesammte Physik in allen ihren Theilen eine rein m thematische oder, was hier dasselbe ist, eine rein dynamis Unterlage fordert und wo solche physikalische Schriften, sich von der Sprache der mathematischen Formeln fern hal wollen, höchstens nur noch für den elementaren Unterri oder für den gröfsern Haufen der Leser zugelassen werd

n sehe nur, wie weit alle jene Theile der Naturwissen-aften, die bisher noch diese mathematisch-dynamische Fo-entbehren mufsten, wie die Botanik, Geologie, Meteoro-ie und gröfstentheils auch selbst die Chemie, hinter denje-n zurückstehn, die, wie die Astronomie, die Optik, die u. a., auf diesem festen Grunde ihr Gebäude in kurzer zu einer Höhe und Vollkommenheit gebracht haben, wel-die Alten für unmöglich halten mufsten und die wir selbst mit Bewunderung betrachten können.

Die griechischen Naturphilosophen machten keine Beob-tungen oder Versuche, und vorzüglich aus dieser Ursache ben sie so weit hinter den neuern zurück. An Scharfsinn Subtilität des Geistes hatten sie Ueberflufs; sie besafsen besondere Kraft im Raisonniren über abstracte und blofs ectuelle Gegenstände, aber sie beachteten die äufsere Na-beinahe gar nicht, und waren schon zufrieden, künstliche teme auf blofs imaginären Hypothesen erbaut zu haben. hatten z. B. als Princip angenommen, dafs der Kreis die kommenste aller geometrischen Figuren sey, und aus die-Princip zogen sie den Schlufs, dafs alle Planeten sich in bewegen müfsten. Als die gemeinsten Beobachtun-der Planeten ihnen das Gegentheil zeigten, so hielten deswegen ihren Ausspruch nicht für widerlegt, sondern achten ihn vielmehr durch ein künstliches Gerüste von in einander greifenden Kreisen, von excentrischen und cyklischen Kreisen zu retten und auf diese Weise sich tiefer in den Irrthum hineinzustudiren. Ihr Hauptfeh-war, dafs sie dieselbe Methode, die sie in der Mathema-und in der Philosophie so gut gefunden hatten, ohne Wei-auch auf die Naturwissenschaften anwenden wollten. Auch gingen sie nämlich immer von Principien aus, die sie selbst geschaffen hatten und dann willkürlich so weit wickelten und fortspannen, als sie eben konnten. Alle Bemühungen waren dahin gerichtet, ein solches allgemei-Princip zu finden, aus dem sich die ganze Natur mit al-ihren Erscheinungen erklären lassen sollte. Der eine nahm Urelement und Ursprung des Weltalls das Feuer an, der dere die Luft, ein dritter das Unendliche (τὸ ἄπειρον), ein ter, mit den scholastischen Philosophen des Mittelalters zu den, die Entität und Nihilität (τὸ ὂν καὶ τὸ μὴ ὂν) u. s. w.

Galilei war der Erste, der durch die That und mit N
druck dieses beinahe zweitausendjährige Verfahren entf
und ein besseres an dessen Stelle setzte. Er widerlegt
Dogmen, die Aristoteles für die Bewegung aufgestellt h
durch directe Appellation an die Sinne, durch unmittelbar
suche von der schlagendsten Art und die, was vorzü
wichtig war, zugleich der Rechnung unterworfen werden k
ten. Bacon v. Verulam setzte dieses neue Verfahren in
sein ganzes vortheilhaftes Licht, indem er die *Induction*
den wahren und einzigen Weg zur Erkenntnifs der N
bezeichnete. Zwar war dieses inductive Verfahren bisher
ganz unbekannt gewesen; aber er war es, der zuerst und
unwiderstehlicher Kraft die hohe Wichtigkeit der Indu
vertheidigte, die er das Alpha und Omega aller Wissens
und die grofse Kette nannte, welche die Erscheinungen
Natur mit unserer Kenntnifs von derselben und von ihren
sachen verbindet. Wer ihnen diesen Ruhm streitig m
wollte, könnte auch dem Jenner oder Howard ihre B
krone vom Haupte nehmen, weil vor jenen schon m
Pachter die Kuhpocken gesehn oder mancher Philanthrop
nen Gefangenen in seinem Kerker besucht haben mag.
Natur bietet uns zwei Gegenstände zu unserer Betrachtung
Körper und ihre gegenseitigen *Wirkungen*. Woraus d
Körper bestehn, wissen wir nicht, da wir ihre Existenz
durch das Medium ihrer Eindrücke auf unsere Sinne er
nen. Unsere Beobachtungen und Versuche sind daher b
auf jene Wirkungen beschränkt, wie uns diese durch di
ben Sinne erscheinen. Diese Wirkungen müssen aber
gewisse Regelmäfsigkeit haben, wenn sie Gegenstände e
wahrhaft wissenschaftlichen Beobachtung werden sollen.
lange die Sonnen- und Mondfinsternisse blofs für zufällige
scheinungen gehalten wurden, konnten sie wohl Gegenst
des Aberglaubens, aber nicht der Wissenschaft werden. D
Regelmäfsigkeit, sie mag nun in der Sache selbst oder in
ren äufseren Verhältnissen des Raumes und der Zeit be
diesen regelmäfsigen Zusammenhang der Erscheinungen
andern Dingen aufzusuchen ist daher das Erste, was wir t
müssen, wenn wir die Natur durch Beobachtungen oder V
suche kennen lernen, wenn wir ihre Gesetze finden, wenn
Entdeckungen machen wollen.

Digitized by Google

1. Zurückführung der Versuche auf Mafs und Zahl.

Nebst diesem Bemerken der Nebenumstände jeder Erscheinung, aus denen allein mit der Zeit ein sogenanntes Naturgesetz hervorgehn kann, mufs man aber auch dieselben so bald und so genau als möglich auf *Mafs und Zahl* zurückzuführen suchen, d. h. man mufs die Erscheinung zu einem Gegenstande der *Rechnung* machen. Nur wo man messen, wägen, zählen und rechnen kann, ist Hoffnung auf Erkenntnifs, und alles vage Hin- und Herreden mit den Worten der gewöhnlichen Sprache führt auf Mifsverständnifs, auf Unklarheit, auf Abwege. Rechnung ist die Seele der Naturwissenschaften und sie ist, wenn nicht das einzige, doch gewifs das beste Kriterium der Wahrheit. Warum geht unsere Medicin nicht vorwärts? Weil man in ihr nicht messen und wägen, also auch nicht rechnen kann. Selbst wenn diese Rechnungen auf einer irrigen Voraussetzung beruhn, so sind sie doch das einzige Mittel, zu bessern Voraussetzungen zu gelangen. Die Literärgeschichte giebt uns zahlreiche Fälle, wo wir nur durch den Irrthum zur Wahrheit gelangt sind. Die oben erwähnten planetarischen Epicykel waren ein solcher Irrthum, aber ohne ihn würden wir gar kein Mittel gehabt haben, die höchst verwirrten geocentrischen Bewegungen der Planeten zu übersehn und wenigstens einigermafsen in Ordnung zu bringen. Erst jetzt war es möglich, Formeln für diese Bewegungen aufzustellen und nach diesen Formeln Tafeln zu construiren, eine wissenschaftliche Theorie der Planeten aufzustellen und diese, eben durch Hülfe derselben Tafeln, entweder allmälig zu verbessern, oder auch als ganz unverbesserlich, als völlig ungegründet zu erkennen. Vor der Aufstellung dieser epicyklischen Theorie war die Planetenwelt für uns ein Chaos, das gar keiner wissenschaftlichen Betrachtung fähig seyn konnte. Alle Naturgesetze haben ein eigenthümliches quantitatives Gepräge und schon ihr Ausdruck weist auf Rechnung hin. Das Gesetz der allgemeinen Schwere z. B., das gröfste und schönste, welches der menschliche Geist entdeckt hat, spricht nicht blofs in allgemeinen, unbestimmten Worten von der gegenseitigen Anziehung der Materie; es begnügt sich nicht damit zu sagen, dafs diese Anziehung zwi-

Digitized by Google

schen zwei Körpern abnimmt, wenn die gegenseitige En
nung dieser Körper wächst, und umgekehrt, sondern es
das durch Zahlen bestimmte Verhältnifs dieser Anziehung,
dafs, wenn dasselbe für irgend eine Distanz bekannt ist,
auch für alle anderen gegeben wird. Dasselbe bemerkt
auch in den Gesetzen der Krystallographie, wo die Gest
welche die dem Innern der Körper inhärirende Kraft erz
auf genaue, geometrische Figuren mit bestimmten Seiten
Winkeln zurückgeführt werden.

F. Wichtigkeit der Instrumente.

Dieses *Messen* und die darauf gegründete Rechnung
also auch schon bei unsern Beobachtungen und Versuche
seine Rechte eingesetzt werden, und so lange sich z. B.
Astronomie nur mit der blofsen Betrachtung des Himmels,
Auf- und Untergehns der Sterne, der längern und kür
Tage des Jahres u. s. w. beschäftigte, war an eine eige
wissenschaftliche Gestalt derselben nicht zu denken. Di
Messen kann nur durch Hülfe unserer Sinne geschehn,
sie allein geben nur selten oder nie ein ganz genaues o
sicheres Resultat. Wer die Differenz der Distanzen zw
Gegenstände blofs nach dem Augenmafse oder wer den
terschied in dem Gewichte zweier Körper blofs dadurch b
stimmen wollte, dafs er beide auf seiner Hand balancirt, wü
über diese Dinge nie klar werden, und die besten Schlüs
auf solchen Grund gebaut, werden entweder zu keinen o
doch meistens nur zu schlechten und unzuverlässigen Resulta
führen. Zu diesem Zwecke müssen also *Instrumente* an
wendet werden, durch die wir unsere Sinne schärfen, w
z. B. das Auge durch das Mikroskop für nahe und du
das Fernrohr für weit entfernte Gegenstände geschärft wird,
dafs wir nun auch Gegenstände deutlich sehn können, die w
ohne diese Hülfe, entweder gar nicht oder doch nur sehr u
deutlich wahrgenommen hätten. So lange die Astronomen d
Fernrohr entbehren mufsten, blieb ihre Wissenschaft in d
Kindheit. Es ist unbegreiflich, wie ein sonst so helldenke
der, praktisch gescheuter Mann, wie Hevel in Danzig, si
dieser Ueberzeugung entziehn und das Fernrohr als ein un
brauchbares, trügerisches Instrument verwerfen konnte, nach

Digitized by Google

doch Galilei schon den hohen Werth desselben für die
nomie gezeigt hatte. Die Folge von diesem Irrthum war,
alle die zahlreichen Beobachtungen jenes sonst sehr guten
äußerst thätigen Beobachters für die Wissenschaft ohne
geblieben sind, und daſs die Astronomie deshalb nicht
weit fortgeschritten seyn würde, wenn jener Brand
Danziger Sternwarte nicht bloſs den zweiten Band seiner
coelestis, sondern wenn er auch alle seine mit so
Zeit, Mühe und Kosten aufgesammelten Beobachtungen
hätte. Aber auch dieses reicht noch nicht hin, daſs
bloſs besser sehn, daſs wir mit unsern bewaffneten Au-
auch sehr kleine Dinge oder sehr kleine Differenzen in
Gröſse dieser Dinge *sehn*, wir müssen diese Differenzen
messen können. So lange man dieses Letzte z. B. mit
Fernrohre am Himmel nicht konnte, war der Nutzen die-
bewunderungswürdigen Instruments allerdings noch immer
beschränkt. Gleich nach seiner Erfindung um das Jahr
hat Galilei mit demselben die Thäler und Berge des
, die vier Satelliten Jupiters, die sonderbare Gestalt
, die Sonnenflecken, die Lichtphasen der Venus und
gedrängte Fülle der Fixsterne in der Milchstraſse entdeckt.
hat dadurch ohne Zweifel unsere Kenntniſs des Himmels
bereichert, indem er uns ganz neue Theile desselben er-
und uns mit Gegenständen bekannt machte, von deren
wir früher keine Ahnung haben konnten. Aber über
Gröſse, über die Dimensionen, über die wahren Lagen
Himmelskörper gegen unseren Horizont oder gegen irgend
andere Fundamentalebene des Himmels (den Aequator,
Meridian, die Ekliptik u. s. w.) konnten uns diese Entdek-
keine oder nur wenig mehr Aufklärung geben, als wir
Hülfe des Fernrohrs schon lange zuvor besaſsen. Er
uns bloſs mehrere bisher unbekannte Gegenstände des ge-
Himmels vor das Auge geführt, aber unsere *Messun-*
der Gröſse und Lage derselben, diese wahre Basis aller
lichen Astronomie, blieben noch immer nahe denselben
vollkommenheiten unterworfen, über welche die alten Grie-
und Araber bis zu Tycho Brahe hinauf sich so sehr zu
hatten. Man brauchte allerdings das Fernrohr sehr
nach dessen Erfindung nicht bloſs zum *Sehn*, sondern
suchte es auch zum eigentlichen *Messen* zu verwenden,

Digitized by Google

indem man dasselbe an die damals gewöhnlichen messe Instrumente, an die Quadranten und Sextanten, anzubri sich bemühte. Man hatte dadurch den Vortheil erreicht, man nun die zu beobachtenden Gestirne viel besser sehn, auch im Allgemeinen besser beobachten konnte; allein mufste sie eben in dem Mittelpuncte des Feldes dieser Fern beobachten, und da dieser Mittelpunct durch nichts a zeichnet war, sondern gleichsam nur errathen oder gesc werden mufste, so waren auch hier Mifsgriffe und selbst deutende Fehler nicht wohl zu vermeiden, und so viel auch blofs beobachtende Astronomie durch die Entdeckung di wunderbaren Instruments gewonnen hatte, die *messende rechnende* Wissenschaft konnte dadurch nur sehr wenig fördert werden. Noch vor wenig Jahren war man bei allgemein der Meinung, dafs Picard in Frankreich um das 1667 diesem Mangel abgeholfen und dadurch eine neue, g zende Epoche in der Geschichte der Astronomie consti habe. Allein diese Ehre gebührt einem Andern, Gasco in England, der, wie man aus seinen Briefen an Freunde Crabtree und Horrockes sieht, schon in dem J 1640 in dem Brennpuncte seines Fernrohrs feine Spinnenfä ausgespannt und auch schon, um diese Fäden bei Nacht sic bar zu machen, das Innere des Fernrohrs durch eine La beleuchtet hat. Diese einfache Vorrichtung ist es, die in V bindung mit dem Fernrohr unseren Beobachtungen so gr Vortheile vor denen der Alten verschafft und der gesam ten beobachtenden Astronomie eine ganz neue Gestalt gege hat. Gascoigne, dem wir diese wichtige, obschon schein leichte Entdeckung verdanken, würde uns wahrschein noch viel gelehrt haben, da er mit einem seltenen theor schen und praktischen Talente versehn war, wenn ihn ni der Tod schon in der Blüthe seines Alters den Wissensch ten entrissen hätte. Er starb in seinem 23sten Jahre in Schlacht von Marston-Moore, die Cromwell den königlich Truppen geliefert hatte.

Seit dieser Zeit erst waren die praktischen Astronomen den Stand gesetzt, die Höhen, die Rectascensionen und D clinationen der Gestirne mit Schärfe zu beobachten, d. h. ner eigentlichen *Messung* zu unterwerfen, und seit dieser Z erst haben wir einsehn gelernt, wie Alles, in der Astronom

Digitized by Google

wohl, wie überhaupt in allen Naturwissenschaften, nur darauf ankommt, genaue Messungen der Gegenstände zu erhalten, die wir unsern Versuchen und Beobachtungen unterwerfen, diese Gegenstände mögen nun dem Raume, der Zeit, dem Winkel, dem Gewichte oder der Geschwindigkeit angehören. Alle unsere Bemühungen seit jener Epoche sind nur auf dieses Ziel gerichtet gewesen, wie unsere seitdem erfolgten Verbesserungen der astronomischen Quadranten und Kreise, der Uhren und Waagen und der Fernröhre selbst bezeugen.

6. Reduction der Beobachtungen auf Gesetze.

Allein Beobachtungen und nichts als Beobachtungen reichen noch nicht hin, eine Wissenschaft oder auch nur einen kleinen Theil derselben zu constituiren. Sie sind, wären sie auch die besten ihrer Art, nur einzelnen Steinen zu vergleichen, die auch in einer noch so grofsen Menge auf einen Haufen geworfen noch kein *Gebäude* bilden. Um ein solches zu erhalten, müssen jene isolirten Steine in Verbindung gebracht und nach einem bestimmten Plane gehörig zusammengefügt werden. Zu diesem Zwecke müssen die Steine behauen, also verändert werden, damit sie, wenn sie sie nicht schon zufällig haben, die gehörige Form erhalten, um an einander zu passen, und hier endet unser Gleichnifs oder vielmehr es mufs selbst, wenn es noch weiter fortgeführt werden soll, gleich jenen Steinen eine Modification, eine angemessene Abänderung erhalten. Die Beobachtungen dürfen nämlich nicht gleich diesen Steinen so lange gedreht und verändert werden, bis sie an einander passen, vielmehr müssen sie, und dieses ist vielleicht die wichtigste Regel, die man dem Beobachter geben kann, *bleiben, wie sie sind,* selbst wenn sie mit andern Beobachtungen und mit unsern eignen Ansichten, Erwartungen und vorgefafsten Hypothesen im geraden Widerspruche sind. Da sie aber dessenungeachtet vereinigt, da sie einander coordinirt oder subordinirt werden müssen, wenn anders ein Zusammenhang zwischen ihnen und ein wissenschaftliches Ganze aus ihnen entstehn soll, so müssen sie, da sie nun einmal nicht geändert werden dürfen, unter einander nach ihren Verschiedenheiten verglichen, die zusammengehörenden, wenn es

Digitized by Google

deren giebt, ausgewählt und endlich, wenn es möglich
unter einen ihnen gemeinschaftlichen, höhern Gesichtspunc
bracht oder, wie man zu sagen pflegt, auf ein *Gesetz* zu
geführt werden. Diese Gesetze sind aber noch nicht di
gentlichen Ursachen der Erscheinungen, welche jenen Beob
tungen zum Grunde liegen. Diese Ursachen gehören
höhern Facultät des menschlichen Geistes an, wie sie
auch in der Geschichte jeder einzelnen Wissenschaft viel
ter auftreten, wenn die Gesetze derselben oft schon längst
kannt sind. Diese Gesetze sind gleichsam nur allgemeine
drücke, durch welche mehrere unter einander offenbar
sammengehörende Erscheinungen dargestellt und unter e
einzigen, sie alle umfassenden Gesichtspunct gebracht wer
Ein einfaches Beispiel wird dieses deutlicher machen.

Schon die alten griechischen Astronomen haben bem
dafs die tägliche Bewegung der Sonne nicht constant ist,
dern dafs sie sich im Winter schneller als im Sommer
wegt. Da auch sie, wie LICHTENBERG unser ganzes Gesch
nennt, zu den Ursachenthieren gehörten, so suchten sie
fort die Ursache, den eigentlichen letzten Grund dieser
scheinung, und sie wollten ihn auch in der Bewegung
Sonne in einem Epicykel oder, was dasselbe ist, in ei
sogenannten excentrischen Kreise gefunden haben. Da di
aber falsch war und da sie dessenungeachtet auf diesem
schen Wege immer weiter gingen und dieselbe Idee ihrer E
cykel auch auf den Mond und auf alle Planeten fortführt
so studirten sie sich endlich in ihren Irrthum so tief hin
dafs sie sich nicht mehr herausfinden konnten. Ihre Nachfol
die Alexandriner, die Araber und später die Europäer, bis
COPERNICUS und KEPLER hinauf, konnten sich von diesem I
thume, der sich in allen Köpfen festgesetzt und der am Er
sogar eine Art von geheiligtem Ansehn gewonnen hatte,
anzutasten oder zu bezweifeln gefährlich war, nicht mehr l
machen, und die Folge davon war, dafs die Astronomie s
tionär blieb und auch so lange bleiben mufste, als man d
falschen Weg beibehielt, der nicht zum Ziele führen kon
Hätten sich die Griechen, statt nach Art ihrer Philosoph
sich gleich bis zu den letzten Gründen aller Dinge zu ve
steigen, begnügt, die täglichen Geschwindigkeiten der Son
oder des Mondes, ehe sie die Ursache derselben ang

Digitized by Google

konnten, mit Fleiſs und Genauigkeit zu beobachten und so erhaltenen Geschwindigkeiten unter einander zu verchen, und hätten sie dasselbe auch mit den täglichen Verängen des scheinbaren Halbmessers dieser Gestirne, die be beim Monde sehr leicht bemerkt werden konnten, ge, so würden sie, da es ihnen gewiſs nicht an Scharfsinn Combinationsvermögen gebrach, die Gründer der wahren omie geworden seyn und dadurch die Ehre und den , welcher jetzt Copernicus und Kepler umstrahlt, tausend Jahre früher für sich selbst erworben haben. Sie gefunden haben, daſs die täglichen Aenderungen Geschwindigkeiten dieser Gestirne sich wie der Cosinus daſs ebenso die täglichen Aenderungen ihrer Entfernunvon der Erde sich wie die Sinus ihrer sogenannten mittleren alieen verhalten, und wenn sie einmal bis dahin gekomwären, würde es ihnen auch nicht mehr schwer geworseyn, daraus den Schluſs zu ziehn, daſs diese Gestirne in sich bewegen, in deren einem Brennpuncte die Erde worin bekanntlich die eine und die wichtigste der drei Entdeckungen Kepler's besteht. Um dieses in unserer analytischen Sprache auszudrücken, wollen wir durch die mittlere und wahre Anomalie und durch r und e die halbe groſse Axe und die Excentricität der Bahnen dieser Gebezeichnen; dann hat man für das Verhältniſs der wahtäglichen Geschwindigkeit ∂v zu ihrer mittleren ∂m den Ausdruck

$$\frac{\partial v}{\partial m} = 1 + 2e \operatorname{Cos.} m$$

ebenso für das Verhältniſs der wahren täglichen Aendeder Entfernung derselben von der Erde

$$\frac{\partial r}{\partial m} = - e \operatorname{Sin.} m$$

diese beiden Gleichungen drücken das *Gesetz* der Bewedieser Gestirne aus, welches auch die Ursache dieser , welches auch die krumme Linie seyn mag, in welcher diese Bewegung vor sich geht. Die Auffindung dieGesetzes gehört in die sogenannte theoretische Astronomie, die sich nur mit der Darstellung der Erscheinungen des Himoder, wenn man lieber will, mit der Erklärung derselaus irgend einer allgemeinen Vorschrift, die nach den

Digitized by Google

Beobachtungen als wahr erkannt ist, beschäftigt, währen Auffindung der Ursache oder des wahren Grundes dieser Ers nung (des allgemeinen Gesetzes der Attraction der Körp verkehrten Quadrate der Entfernungen) in die physische A nomie gehört, die ihrer Natur nach erst nach der theoreti entstehn und sich ausbilden kann. So lange man nur bemerkt hatte, dafs die tägliche Geschwindigkeit der S und des Mondes sich ändert, hatte man für die Wissen noch nichts gewonnen, selbst wenn diese täglichen Ae rungen bis auf die kleinsten Theile einer Secunde bek gewesen wären. Als man aber anfing zu bemerken, dafs d Aenderungen eine gewisse Regel beobachten und mit je Jahre periodisch wiederkehren, da war man auf dem W zur Wissenschaft, und als man diese Regel, dieses Gesetz funden hatte, da war der erste Grundstein zur Basis ge auf dem sich später das Gebäude der Wissenschaft erhe sollte.

Nicht immer indefs müssen diese Gesetze, wie in vorhergehenden Beispiele, durch eine mathematische F ausgedrückt seyn, obschon es immer gut und gerathe sie, wo man kann, darauf zu bringen. Die musikalische E deckung des Pythagoras, von der wir oben gesprochen hab führt ebenfalls unmittelbar auf ein Gesetz und zwar auf ein der Akustik sehr wichtiges Gesetz. Jeder Satz, jede V schrift, jede Lehre, die eine gröfsere Anzahl von Erschei gen umfafst und aus der sich, ohne sie selbst vielleicht w ter erklären zu können, diese Erscheinungen erklären las kann das Gesetz derselben genannt werden. Der Satz von der L tung, von der Radiation und von der Polarisation der Wä kann ebenso gut als Gesetz in der Thermotik angesehn werd als der von dem constanten Verhältnifs des Einfalls- und Bre ungswirkels des Lichts bei der Refraction desselben ein Ge der Optik heifst. Manche von diesen Gesetzen beziehn sich auf eine gewisse, oft selbst beschränkte Classe von Erscheinung während andere sich über viele solche Classen verbreiten dadurch natürlich schätzbarer und für die Wissenschaft wer voller sind, obschon auch jene beschränktern nicht verwo werden sollen, da man gewöhnlich nur durch sie zu die allgemeinern Gesetzen gelangen kann. Ja diese Gesetze kö nen selbst an sich unrichtig und doch von grofsem Nutz

Digitized by Google

die Wissenschaft seyn, da sie es schon oft genug gewesen, die uns den Weg zur Wahrheit gezeigt haben. Die er-…ote epicyklische Hypothese der griechischen Astronomen ebenfalls ein solches Gesetz, das sich überdiefs noch in der …che der Mathematik ausdrücken liefs. Dieses Gesetz war …ch, aber es war dessenungeachtet sehr wohl geeignet, die …kommenen Beobachtungen der Alten alle zu umfassen, dafs es daher sogar als ein sehr allgemeines Gesetz zu seiner … gelten konnte. Nachdem Hipparch, der gröfste Astronom … Alterthums, dieses Gesetz gehörig aufgefafst hatte, wurde … durch dasselbe in den Stand gesetzt, die ersten *Sonnenta-…* zu construiren und durch diese Tafeln den Ort der Son-… am Himmel für jede vergangene und künftige Zeit zu be-…men, so genau wenigstens, als es die unvollkommenen …bachtungen der Alten eben bedurften, was Niemand vor … leisten konnte und was allein seine spätern Nachfolger … die wahre Bahn zu leiten fähig war, indem sie ihre … bessern Beobachtungen mit denen dieser Tafeln ver-…chen.

II. Ueber das Auffinden dieser Gesetze.

Es entsteht nun die Frage, wie man zu der Kenntnifs …ser Gesetze gelangt? Diese Frage ist aber ganz identisch … der, wie man Entdeckungen macht und Räthsel auf-…. Wenn sich solche Dinge auch nicht eigentlich lehren …, so läfst sich doch manches Angemessene darüber sa-…, und das ist es, was wir nun zu thun versuchen wollen.

1. Sobald sich irgend eine Erscheinung als Gegenstand …serer Erklärung anbietet, suchen wir dieselbe auf eine von …en *Ursachen* zu reduciren, von denen wir bereits aus vor-…gehenden Erfahrungen wissen, dafs sie ähnliche Erschei-…ngen zu erzeugen im Stande sind. Dafs diese Ursachen vor …lem keine leeren Einbildungen oder grundlosen Hypothesen, wie ehemals die *fuga vacui* in der Physik, das Phlogiston in der Chemie u. dgl., sondern dafs sie, wie Newton sie nannte, *verae causae* seyn müssen, ist für sich klar, so wie schon aus dem Vorhergehenden erhellt, dafs hier nur von den der Erscheinung *zunächstliegenden*, nicht von den letzten oder höchsten Ursachen derselben die Rede ist. Dieses Aufsuchen

Digitized by Google

des nächsten Erklärungsgrundes wird aber im Allgem desto besser vor sich gehn, je mehr solcher analoger Fäll reits bekannt geworden sind, d. h. je mehr Kenntniss Erfahrungen wir bereits gemacht haben, um daran die n Erscheinungen anknüpfen zu können. Hierin zeigt sich leicht mehr, als sonst irgendwo, der grofse Vortheil eines reits früher gesammelten Schatzes von Kenntnissen, ohne auch der gröfste Scharfsinn nur selten oder nie zu bedeu den Entdeckungen gelangen wird.

II. Sobald sich einmal sehr viele Analogieen für solche nächste Ursache zeigen, mufs man sie festhalten für weitere Untersuchungen aufbewahren, selbst dann, w diese Ursache unwahrscheinlich oder ihre Ableitung aus dern höhern Versuchen jetzt noch unmöglich wäre. Als BRADLEY bei allen Fixsternen eine eigne Bewegung beme die mit jedem Jahre periodisch wiederkehrte, glaubte er fangs diese Bewegung in einer jährlichen Parallaxe derselben finden. Allein er überzeugte sich bald, dafs dieses nicht Grund jener Erscheinung seyn konnte. Als er den Gegens weiter verfolgte, bemerkte er, dafs jeder Fixstern im Laufe eines Jahres eine kleine Ellipse beschreibe und die grofse Axe bei allen diesen Ellipsen gleich grofs, die kl aber je nach der Lage der Sterne gegen die Ekliptik ver derlich sey. Er bestimmte die Gröfse und Lage dieser k nen Axe und setzte sich dadurch in den Stand, den Ort des Fixsterns in der Peripherie seiner Ellipse für jede Zeit Jahrs mit den Beobachtungen völlig übereinstimmend anzu ben. Hier blieb er einstweilen stehn, obschon es ei so klaren Kopfe gewifs höchst unwahrscheinlich seyn mul anzunehmen, dafs jeder Fixstern in jedem Jahre eine sol Ellipse beschreibe. Die Beobachtung zeigte ihm, dafs di der Fall ist, und dieses genügte ihm. Das *nächste Gesetz* Erscheinung war gefunden, und erst später zeigte es sich, d dieses Gesetz im Grunde eine blofse optische Täuschung und dafs die ganze Erscheinung ihren höhern Grund in ei andern Gesetze, in der *Aberration des Lichts* habe. H BRADLEY das von ihm aufgestellte Gesetz verworfen, weil unwahrscheinlich, weil es in der That falsch war, so würd wir nie zur Entdeckung der Aberration gelangt seyn. I andern Worten: ein gewisses, nicht eigensinniges, aber män

Digitized by Google

-kräftiges Festhalten an dem, was sich uns einmal von vie-
Seiten als Wahrheit gezeigt hat, ist eine von den Haupt-
enschaften des Entdeckers. Der schwächere Kopf läfst sich
Nebensachen irre führen, während der starke auf das,
er als sein Ziel erkennt, in gerader Richtung losgeht,
sich um die Hindernisse zu kümmern, die sich seinem
entgegensetzen. Wer die nähere Geschichte der Un-
theorie seit dem Anfange dieses Jahrhunderts kennt,
wissen, dafs die beiden Begründer derselben, YOUNG und
, als glänzende Beispiele dieses Festhaltens und Aus-
angeführt werden können.

III. Gewöhnlich sind die Erscheinungen, welche wir zu
, d. h. unter irgend ein Gesetz zu bringen suchen,
sie durch eine allgemeine Analogie zu einer Classe
den erscheinen, doch wieder unter einander verschie-
, so dafs ein minder aufmerksames Auge sie wohl nicht
als zu derselben Classe gehörend, sondern als einander
und heterogene Erscheinungen betrachten würde. Ja nur zu
werden auch in der That die Wirkungen von zwei und
Ursachen in diesen Erscheinungen vermischt und dann
häufig ein nicht minderer Scharfsinn in der Trennung des
ngen, als dort in der Verbindung des nur scheinbar
genen erfordert. Das oben angeführte Beispiel von
gehört ganz besonders hierher, da die Bewegungen,
von den Fixsternen durch seine ersten genauen Beob-
gen erkannt hatte, in der That aus zwei ganz verschie-
Quellen, aus der Aberration und aus der Nutation,
nden, deren jene eine Periode von einem Jahre und
eine von neunzehn Jahren hatte. Dafs er diese Bewe-
n von einander trennen, jede für sich besonders ver-
n und endlich auch erklären konnte, charakterisirt ihn al-
schon als einen der gröfsten Astronomen, die je gelebt
. In diesen, wie überhaupt in allen Fällen ist es von
derer Wichtigkeit, die gesammelten Versuche oder Be-
htungen in gewisse Classen zu bringen, sie zu ordnen
wo möglich in einer tabellarischen Form aufzustellen, da-
Auge und Geist sie besser zu übersehn im Stande sind.
Diese Oekonomie der Arbeit, wenn man sie so nennen kann,
in allen Dingen, vorzüglich aber bei Untersuchungen die-
Art von gröfstem Werthe. Bei den eigentlichen Beob-

Digitized by Google

achtungen, z. B. in der Astronomie, ist dieses oft schwer wir die Erscheinungen so nehmen müssen, wie sie uns der Natur dargeboten werden. Anders verhält sich die S bei den eigentlichen *Versuchen*, z. B. in der Physik Chemie, wo wir die Erscheinungen unsern besondern Zwe gemäfs selbst abändern, schon dadurch aber oft sehr de classificiren und unter einander anordnen können. Als WELLS die einfache Beobachtung gemacht hatte, dafs Glasscheibe sehr stark, eine ebenso polirte Metallscheibe nur sehr wenig oder gar nicht bethaut wird, so liefs er sofort mehrere Scheiben von verschiedenen Materien, M Glas, Stein, Holz, Elfenbein u. s. w., machen und allen dieselbe Politur geben, um sie dann neben einander Thaue auszusetzen. Nach einigen Stunden fand er sie mehr oder weniger bethaut. Er *ordnete* sie demnach in *Tafel*, in welcher die am stärksten bethaute Platte den e Rang einnahm und die andern stufenweise folgten, so die am wenigsten bethaute Platte die letzte Stelle der T erhielt. Indem er nun diese Tafel genau betrachtete und mit seinen bereits früher gesammelten physikalischen Ke nissen (nach I.) verglich, gelangte er zu dem Gesetze, *die schlechtesten Wärmeleiter am stärksten bethaut wer* Allein in dieses Gesetz wollten sich mehrere Körper mit r hen Oberflächen, scheinbar wenigstens, nicht immer fü Rauhes Eisen z. B., besonders wenn es geschwärzt ist, früher und stärker bethaut, als gefirnifstes Papier, obschon erstere ein viel besserer Wärmeleiter ist, als das letztere, mit jenem Gesetze im Widerspruche zu stehn scheint. liefs sich dadurch nicht irre machen (nach II.), sondern fertigte sich nun mehrere Platten von demselben Stoffe, von verschiedener Politur oder Rauhigkeit ihrer Oberfläche, nachdem er auch hier wieder seine Versuche in eine T gebracht hatte, fand er das zweite Gesetz: *dafs die best- diirenden* (d. h. die ihre eigene Wärme andern Körpern leichtesten mittheilenden) *Körper am stärksten bethaut w den.* Auf eine ähnliche Weise untersuchte er auch die W kung der innern Textur der Körper auf den Thau, der fest z. B. Stein, Metall, Holz, und der flockigen, z. B. Eider nen, Wolle u. dgl., wobei er die letzten zum Bethautwerd vor allen andern Körpern am besten geeignet fand, weswe

ie auch seinen künftigen Beobachtungen vorzugsweise zum
ide legte. Ebenso betrachtete er die Lage der dem Thaue
setzten Körper gegen die sie umgebenden, wenn sie z. B.
ihrer obern oder untern Seite gegen den Himmel oder ge-
die Erde verdeckt werden, wenn der Himmel selbst ganz
oder von Wolken bedeckt ist u. s. w. Jeder einzelne die-
suche gab ihm ein Gesetz, und indem er dann alle diese
elargesetze unter einander verband, gelangte er zu dem
einen Gesetze der Bethauung, wonach die *Ursache des*
es darin liegt, dafs der bethaute Körper durch Wärme-
ung mehr Wärme verliert, als ihm die ihn umgebenden
er wieder mittheilen, wodurch er kühler wird, als die
nächst umgebende Luft, welche letztere daher die in ihr
tenen Wasserdünste als durch die Kälte condensirte Was-
pfen auf den bethauten Körper fallen läfst.

IV. So oft eine Erscheinung mehrere bereits bekannte
auch nur geahnete Ursachen hat, mufs man diese Ur-
n entweder einzeln oder alle zugleich zu entfernen su-
und zusehn, wie sich dann die Erscheinung gestaltet,
an *Residualphänomen* dann gleichsam übrig bleibt. Die-
ist eines der vorzüglichsten Hülfsmittel, um zu der voll-
igen Kenntnifs des gesuchten Gesetzes zu kommen, und
enug schon hat dieser Weg zu den interessantesten, vor-
nicht geahneten Entdeckungen geführt. Seit NEWTON
n wir z. B., dafs auch die Kometen, gleich den Plane-
nach dem Gesetze der allgemeinen Schwere sich um die
e bewegen. Als aber ENCKE die hierher gehörenden Be-
ungen bei dem nach ihm benannten Kometen mit der
ten Sorgfalt ausgeführt und auch seine Umlaufszeit für die
hiedenen Epochen seiner Erscheinungen bestimmt hatte,
er, dafs da noch ein solches Residualphänomen übrig
, was sich aus jenem allgemeinen Gesetze der Schwere
t erklären liefs. Er fand nämlich eine mit der Zeit fort-
nde Verkürzung der Umlaufszeit oder, was dasselbe ist,
Verminderung der grofsen Axe der Bahn dieses Kometen,
dieses führte ihn auf die Annahme eines durch den gan-
Himmelsraum verbreiteten *Aethers*, der allerdings, wenn
existirt, eine solche Erscheinung zur Folge haben würde und
überdiefs aus andern bekannten Gründen nicht leicht ge-
net werden kann. Besonders wichtig und fruchtbar hat

sich diese Untersuchung der Residualphänomene bei den V
suchen und Experimenten in der Chemie gezeigt. Bei
dafür sind so häufig, dafs es schwer wird, dem einen
Vorzug vor allen andern zu geben.

V. Eine Hauptregel bei diesen Untersuchungen ist
den zu untersuchenden Gegenstand in solche Lagen und
hältnisse zu bringen, dafs das, was man sucht, am deutl
sten hervortreten mufs. Nachdem Galilei gefunden hatte,
die von ihm untersuchten Körper in der ersten Secunde
15 Fufs senkrecht gegen die Erde fallen, war es ihm d
zu thun, dieses Gesetz zu einem allgemeinen, für *alle*
per geltenden zu erheben. Er liefs demnach mehrere a
Körper von verschiedener Gröfse und ungleichem Gew
von der Spitze eines hohen Thurms herabfallen, und da
Zeit des Falls bei allen diesen Körpern sehr nahe dieselbe
so stand er nicht weiter an, dieses von ihm entdeckte G
als ein allgemeines Gesetz der Natur aufzustellen. Darin
ging er aber eigentlich zwei Fehler, von denen jedoch
eine ihn eben als einen mit dem Entdeckungstalente be
Mann charakterisirte. Der erste Fehler war, dafs er von
wenigen, bei seinen Versuchen gebrauchten Körpern
Weiteres auf alle übrigen schlofs. Allein das ist eben die
der *Induction*, die man nun einmal dem Menschen nicht
men darf, wenn man ihm nicht zugleich beinahe alle sein
genannten Wahrheiten nehmen will. Der zweite Fehler war
dafs die Zeiten des Falls jener Körper nur beinahe gleich
ren, da sie doch ganz vollkommen dieselben hätten seyn
sen, wenn der Schlufs, den Galilei auf die Resultate se
Versuche gründete, seine volle Richtigkeit haben sollte.
trat nun wieder der obige Fall (II.) ein, wo sich ein wa
rer, seiner Sache mit Grund vertrauender Mann durch Neb
sachen nicht irre führen läfst. Er schob die bemerkten D
renzen ohne Anstand auf den Widerstand der Luft, der
den kleinern und dichtern Körpern kleiner seyn mufste,
bei den andern. Eigentlich hatte er sehr dichte und zug
sehr lockere Körper (z. B. Gold und Kork oder Federn)
seinen Versuchen wählen und den Widerstand der Luft
jeden dieser Körper entweder berechnen oder für alle zugl
wegschaffen sollen. Allein das Erste konnte er nicht, wie
es denn selbst noch nicht mit der hier nöthigen Schärfe kön

l zu dem zweiten war die Luftpumpe damals noch nicht annt. Hätte er eine Glasröhre von nur einigen Fuſs Länge leer machen können, so würde er seines hohen Thurmes ht mehr bedurft haben, um zu zeigen, daſs ohne den Wistand der Luft ein Goldstück und eine Flaumfeder in derben Zeit gleich tief fallen. Warum aber begnügte sich rron, zu dessen Zeit die Luftpumpe schon wohl bekannt r, nicht mit diesem Experimente der Glasröhre? Ohne Zweifel halb, weil er sah, daſs man die Zeit des Falls eines Körs durch eine nur geringe Höhe nicht mit der hier nöthigen ärfe zu messen im Stande ist. Er schlug daher einen an- n Weg ein, den besten und sichersten, den wir auch jetzt h gehn können, wie ihn denn auch Bessel vor wenigen en in der That noch gegangen ist. Wenn man diesen l eines Körpers durch eine nur mäſsige Höhe recht oft wieholen kann und wenn bei diesen Versuchen mit verschieen Körpern der Einfluſs der Luft immer derselbe bleibt, nuſs der Erfolg offenbar ganz anders ausfallen. Dieses that n Newton, indem er das *Pendel* zu diesem Zwecke in wendung brachte. Er schloſs in die hohle Linse seines ndels nach und nach verschiedene Körper, Gold, Glas, Holz, asser, Wachs, Getreide u. s. w., ein und lieſs für jeden derben das Pendel eine sehr groſse Anzahl von Schwingungen chen, deren Menge er an einer nebenstehenden Uhr genau ählen konnte. In jeder dieser Schwingungen fiel und stieg r in dem Pendel eingeschlossene Körper durch denselben um und in derselben Zeit, einige Tausend Male in jeder nde, so daſs auch der geringste Unterschied in diesem Falle, oft wiederholt, hätte merklich werden müssen, und da kein cher Unterschied bemerkt werden konnte, so wurde das Gez als vollkommen wahr angenommen, in Beziehung auf ne Allgemeinheit sowohl, als auch in Beziehung auf seine nere Genauigkeit.

VI. Einer der mächtigsten Hebel bei der Entdeckung der turgesetze ist die Gabe der Auffassung der Aehnlichkeit und r Uebereinstimmung zwischen zwei scheinbar oft sehr verschiedenen Dingen. Schon Mersenne hatte die Bemerkung macht, daſs gewisse Töne, zu gleicher Zeit angestimmt, für nen Augenblick wenigstens klanglos an unserm Ohre vorübergehn. Grimaldi hatte ebenso bemerkt, daſs zwei Sonnen-

Digitized by Google

strahlen, in einen einzigen Punct vereinigt, unter gewis
Umständen diesen Punct nicht, wie man erwarten sollte, he
beleuchten, sondern vielmehr ganz dunkel machen. Di
beiden Erfahrungen waren über ein Jahrhundert bekannt, a
sie blieben unfruchtbar, weil sie von einander getrennt bl
ben. Plötzlich vereinigten sie sich in einem und demsel
Kopfe und Young, dem dieser Kopf gehörte, wurde
Begründer der Undulationstheorie des Lichts, die nach d
was er und Fresnel in wenig Jahren geleistet haben, s
der allgemeinen Attractionstheorie an innerem Werthe kä
zur Seite stellen kann. Die Aehnlichkeit des Verlösche
dort des Tons und hier des Lichts, verbunden mit der U
berzeugung, dafs der Ton in den Vibrationen der Luft beste
gab ihm auch sofort die Idee, dafs das Licht in ähnlic
Vibrationen bestehn müsse, und diese Idee drängte sich i
so auf und wurde von ihm gleich anfangs so fest gehalt
dafs ihn weder seine vielen Gegner, noch die anfänglic
Mifsachtung der ganzen gelehrten Welt, noch selbst die sche
baren Widersprüche, die sich ihm in dieser Theorie anfa
entgegenstellten, davon abbringen konnten.

VII. Eine andere Facultät des menschlichen Geistes, d
wie die so eben erwähnte, dem eigentlichen Witze sehr na
verwandt ist, hat auch schon oft genug zu schönen und g
fsen Entdeckungen geführt; ich meine den Uebergang, den
sehr schnellen Sprung vom Kleinen auf das Grofse und um
kehrt. Wie manches Experiment ist zuerst nur in einem U
glase oder vor einem Löthrohre gemacht worden, das wir je
täglich in grofsen Fabriken mit Hunderten von Tonnen o
in Vulcanen mit Millionen von Kubikfufsen Lava ausg
führt sehn. Umgekehrt zeigt uns der Himmel die Plane
unsers Sonnensystems durch ungeheure Distanzen von ei
ander getrennt und ganze Gruppen von zahllosen Sonn
in einen ihrer grofsen Entfernung wegen scheinbar eng
Raum zusammengedrängt, aber in der That durch viele M
lionen von Meilen von einander gesondert und doch du
ein gemeinsames Band der Attraction wieder zu einem ein
gen Ganzen vereint. Wir staunen über die Gröfse d
Schauspiels, das sich vor unsern Augen entwickelt, u
plötzlich springt, wie ein elektrischer Funke, gleichsam u
serer Verwunderung spottend, der Gedanke hervor, dafs vi

Digitized by Google

eht jedes Sandkorn, deren wir mit jedem unserer Schritte
usende treten, ein nicht weniger künstliches und wunder-
lles Gewebe, wie jene Sterngruppe, ist, eine Welt im
einen, deren Atome im Verhältnifs zu ihrer eignen Gröfse
nch ebenso gewaltige Räume von einander getrennt sind, wie
nt die Gestirne des Himmels, und dafs in diesen Zwischen-
ume nicht minder wunderbare Processe des Lichts, der
ärme und der Attraction vor sich gehn, als zwischen den
stern unseres Sonnensystems. Wie es nun auch mit den weitern
geln, wie man Versuche anstellen und daraus Folgerungen
d Gesetze ableiten soll, sich verhalten möge, so ist es,
na sonst wo, vorzüglich hier nothwendig, sich nicht so-
hl an Vorschriften, als vielmehr an Beispiele zu halten.
ie Geschichte der Wissenschaften und besonders die Mono-
aphieen der in dieser Geschichte hervorragenden Männer
eten uns die lehrreichsten Beispiele dieser Art dar. *Exempla
agis prosunt quam praecepta,* sagt Newton in seiner von
n trefflichsten Beispielen angefüllten und beinahe nur aus
nen bestehenden *Arithmetica universalis,* indem er von der
lernung der Wissenschaften spricht, und dieser goldne, in
 manchem unserer hochgestellten neuern Lehrbücher viel
zu sehr vernachlässigte Spruch dringt sich noch gebietender
uf, wenn es sich um die Bearbeitung, um die Erweiterung
der Wissenschaft handelt.

I. Fehler, die bei diesem Geschäfte zu vermeiden sind.

Es ist ebenso schwer, mit einiger Vollständigkeit die *Re-
geln* anzugeben, die man bei dem Aufsuchen der Gesetze in
den Erscheinungen der Natur zu beobachten hat, als die *Feh-
ler* aufzuzählen, die man bei diesem Geschäfte vermeiden soll.
Die meisten von beiden verstehn sich bei einem wohlgeord-
neten Verstande gleichsam schon von selbst, wie dieses, wohl
in einem noch höhern Grade, bei den sogenannten morali-
schen Wissenschaften der Fall ist, obschon in beiden, man
mufs es gestehn, sobald es zu der eigentlichen praktischen
Ausführung kommt, nur zu oft gegen diese so klaren und ein-
fachen Vorschriften gefehlt zu werden pflegt. Der berühmte
Lagrange, vielleicht der gröfste Mathematiker, der je gelebt

Digitized by Google

hat, wurde, wie man es erwarten kann, oft genug von S
dern über die Art oder Methode befragt, wie man die matl
matischen und andere verwandte Wissenschaften erler
oder studiren müsse; aber er soll beinahe jedesmal, wenn s
che Fragen an ihn gestellt wurden, eine innere Abneigu
sich über solche Dinge zu erklären, geäufsert und den m
stens unberufenen Frager ohne genügende Antwort gelas
haben. Einst über diese Abneigung selbst befragt gab
wie Delambre in seiner Biographie Lagrange's erzä
als die ihm wahrscheinlichste Ursache dieses Widerwillens
an, dafs er selbst seine Studien ohne Lehrer und Begleiter,
nur zu oft auch ohne einen eigentlichen vorhergegangen
Plan gemacht und überhaupt von allen diesen Vorschrif
nicht viel gehalten habe. „Nicht dafs ich," fuhr er fort, „d
„über nicht ebenso viel sprechen könnte, als mancher Ande
„denn ich habe wenigstens später oft darüber nachgedacht, w
„chen Weg ich früher hätte gehn sollen; indefs war ich do
„auch damals nicht ohne gewisse Principien, die ich aber m
„aus einer Art von Instinct, als aus Grundsatz befolgte, u
„indem ich mich diesem überliefs, befand ich mich meiste
„sehr wohl dabei." Als er nun, im Verfolg des Gespräc
wenigstens um die Mittheilung dieser Principien ersucht wur
führte er das Folgende an, was wir der gröfsern Genauigk
wegen mit seinen eigenen Worten wiedergeben. „Je n'étudi
„jamais dans le même tems qu'un seul ouvrage, mais s'
„était bon, je le lisais jusqu' à la fin. Je ne me hérissais poi
„d' abord contre les difficultés, mais je les laissais pour y r
„venir ensuite vingt fois s'il le fallait. Si après tous ces e
„forts je ne comprenais pas bien, je cherchais comment
„autre avait traité ce point-là. Je ne quittais point le liv
„que j'avais choisi, sans le savoir, et je passais tout ce que
„savais bien, quand je le relisais de nouveau. Je regarda
„comme assez inutile la lecture des grands traités d' analy
„pure, car il y passe, à la fois, un trop grand nombre d
„méthodes devant les yeux. C'est dans les ouvrages d' ap
„*plication*, qu' il faut les étudier, on y juge de leur utilit
„et on y apprend la manière de s' en servir. Selon moi c'e
„aux *applications*, qu'il convient surtout de donner son tem
„et sa peine. Il faut se borner en général à consulter le
„grands ouvrages sur le calcul, à moins qu' on ne rencontr

s méthodes inconnues ou curieuses par leurs usages analyques. Dans mes lectures je réfléchissais principalement sur e qui pouvait avoir guidé mon auteur à telle ou telle transrmation ou substitution, et à l' avantage, qui en résultait; près quoi je cherchais si telle autre n'eût pas mieux réussi, afin de me façonner à pratiquer habilement ce grand moyen de l'analyse. Je lisais toujours la plume à la main, developpant tous les calculs et m'exerçant sur toutes les questions, que je rencontrais, et je regardais comme une excellente pratique celle de faire l'analyse des méthodes et même l'extrait es résultats, quand l'ouvrage était important ou estimé. Dès mes premiers pas j'ai cherché à approfondir certains sujets pour avoir occasion d'inventer, et à me faire autant que possible des théories à moi sur les points essentiels, afin de les mieux graver dans ma tête, de me les rendre propres et de m'exercer à la composition. J'avais soin de revenir fréquemment aux considérations géométriques, que je crois très propres à donner au jugement de la force et de la justesse. Enfin je n'ai jamais cessé de me donner chaque jour une tâche pour le lendemain. L'esprit est paresseux, il faut prévenir á sa lâcheté naturelle et le tenir en haleine pour en développer toutes ses forces et les avoir prêtes pour le besoin; il n'y a que l'exercice pour cela. C'est encore une excellente habitude que celle de faire, autant qu' on le peut, les mêmes choses aux mêmes heures, en réservant les plus difficiles pour le matin. J'ai pris cette coutume du roi de Prusse, et j'ai trouvé, que cette régularité rend peu-à-peu le travail plus facile et plus agréable."

Diese Bemerkungen scheinen mir so vorzüglich, dafs man über jede derselben eine eigene Abhandlung schreiben könnte, wenn sie nicht eben dadurch an ihrem concentrirten Werthe wieder verlieren müfsten. Es wäre sehr zu wünschen, dafs uns die andern hervorragenden Männer der Wissenschaft ähnliche Bemerkungen hinterlassen hätten oder dafs doch die wenigen, die man noch auffinden kann, gesammelt und unter bestimmte Gesichtspuncte geordnet würden. Welchen Werth, welchen Nutzen könnten nur die wenigen Worte Newton's, wenn sie nach ihrem ganzen Gehalte erwogen werden, auf junge, den Wissenschaften sich widmende Männer haben, die

er zur Antwort gab, auf welche Weise er zu seinen grof
Entdeckungen gekommen sey: *„Indem ich immer darü
nachdachte,“* während der gröfste Theil dieser jungen Le
der Meinung ist, dafs es schon hinreiche, diese Dinge
eben in irgend einem Buche flüchtig gelesen und höchs
seinem Gedächtnisse eingeprägt zu haben, ohne weiter im
ringsten darüber selbst nachzudenken. Sie wollen es sich le
machen, wie es jene nach ihrer Ansicht auch gethan haben,
ihre Entdeckungen alle, gleich der blinden Henne, welche Go
körner findet, nur im Vorbeigehn und zufällig gemacht hal
ohne zu bedenken, dafs die Götter selbst ihren Lieblin
unter den Menschen nichts ohne Arbeit und Mühe gege
haben.

Nicht minder wichtig, nicht nur für jeden Einzeln
sondern für unsere ganze Erziehungs- und Bildungsart
niedern und höhern Unterrichtsanstalten, ist vielleicht die
merkung, dafs beinahe alle grofsen Entdecker in den Na
wissenschaften zur Zeit ihrer Jugend nicht sowohl mit th
retischen, als vielmehr mit praktischen Arbeiten, mit M
dellen und Maschinen u. dgl. sich vorzugsweise beschäf
und dafs sie vielleicht eben dadurch jenen hohen Standpu
erreicht haben, auf welchem wir sie jetzt mit so viel Re
bewundern. *C'est aux applications, qu'il convient surt
de donner son tems et sa peine,* wie Lagrange gesagt
und diese *Applicationen* sind es doch, die bei aller uns
frühern und spätern Erziehung viel zu sehr vernachlässigt w
den, da Alles nur auf das Erlernen der Regeln verwendet
selbst dieses Erlernen meistens nur als Sache des Gedächtn
ses behandelt wird, während die höhern Facultäten des G
stes gröfstentheils leer ausgehn. Jene mechanischen Besch
tigungen, die z. B. mit der Construction von Modellen
nur einigermafsen zusammengesetzten Instrumenten verbun
sind, fesseln besonders den jugendlichen Geist auf eine g
eigenthümliche Art, und sie gewöhnen, ja sie zwingen
gleichsam, den Gegenstand, den man zu seiner Untersuch
gewählt hat, in allen seinen Theilen zu durchdenken u
was besonders zu berücksichtigen ist, nichts Unklares, Ha
verstandenes aufkommen zu lassen, endlich bei allen Hindern
sen sich selbst und durch seine eigene Kraft zu helfen. V
Newton ist bekannt, dafs er bis in sein vierzehntes Jahr

ner Stadtschule zu Grantham eine sehr mittelmäfsige Rolle ielte, weil er nichts auswendig lernen wollte, was doch al- n gefordert wurde, und weil er sich lieber mit der Verfer- ung von kleinen Windmühlen, von Wasser- und Sonnen- ren u. dgl. beschäftigte, die er mit einer für sein Alter sel- nen Präcision zu verfertigen wufste. Huyghens behielt ei- n ähnlichen Hang seiner Jugend sein ganzes Leben hindurch n, wie er denn im hohen Alter noch einen grofsen Theil er Zeit mit der Verfertigung von Planetarien und andern mmengesetzten Maschinen zubrachte. Bei James Watt, n Erfinder der Dampfmaschine, trat diese Eigenschaft, wie n erwarten kann, in einem noch höhern Grade hervor, so ls selbst seine Verwandten ihn oft bitter tadelten, seine Zeit it solchen Tändeleien zu verderben und dafür die Geschäfte r Schule zu versäumen. „Ich habe doch noch keinen faulern ungen gesehn, als du bist," sagte einmal sein Grofsvater zu n; „so nimm doch ein Buch zur Hand und beschäftige dich nmal auf eine nützliche Weise. Die ganze Stunde, die du n da stumm gesessen hast, was hast du da gethan? Nichts ls den Deckel von dem Theetopfe abgenommen und auf- gesetzt und wieder abgenommen und die Tropfen an dem Deckel angeguckt, die jeder Narr schon kennt und die du allein noch nicht zu kennen scheinst. Es ist eine rechte Schande von dir, deine Zeit so lüderlich hinzubringen." Der n Grofsvater glaubte mit allen Narren diese Tropfen schon sehr gut zu kennen, und er würde wohl verächtlich gelächelt haben, wenn man ihm gesagt hätte, dafs die vorzüglichste Entdeckung, durch die sein fauler Enkel unsterblich werden würde, eben in seiner besondern Art, den Dampf in Tropfen n verwandeln, bestehn sollte.

Also auch hier, wie zu Ende des vorhergehenden Ab- schnitts, werden Beispiele wieder besser und wirksamer seyn, als alle gute Lehren. Da aber hier nicht der Ort ist, eine sol- che Beispielsammlung aufzustellen, so wollen wir uns zum Schlusse dieses Artikels mit der Anführung eines einzigen, aber grofsen und durchgreifenden begnügen, um dadurch auf einen Hauptfehler aufmerksam zu machen, dessen Nichtbeach- tung den Fortgang der gesammten Naturwissenschaften durch mehr als zwei Jahrtausende nicht nur verzögert, sondern völ- lig aufgehalten hat. Warum haben die alten Griechen und

Digitized by Google

Römer und nach ihnen die Araber und das ganze Mittela
vom PYTHAGORAS bis auf GALILEI, also von 500 vor
1600 nach dem Anfange unserer Zeitrechnung, in den
züglichsten Naturwissenschaften, der Astronomie, Optik,
chanik u. s. w., so äufserst wenig geleistet, so dafs die
sultate ihrer mehr als zweitausendjährigen Arbeiten mit de
eines einzigen Decenniums der neuern Zeit verglichen kaum
Betrachtung kommen? Die wahre Antwort auf diese Frage
für uns von hoher Wichtigkeit seyn, selbst wenn wir weni
als dieses in der That der Fall ist, zu besorgen haben s
ten, von unsern neuern Naturphilosophen wieder auf den
ben falschen und ganz ungangbaren Weg zurückgeführt
werden.

Man hat die Auflösung dieses die ganze Menschheit
trübenden, ja entehrenden Räthsels gewöhnlich in dem Man
der Beobachtungen, in der gänzlichen Abwesenheit aller
gentlichen Versuche und Experimente gesucht, durch wel
sich die griechischen Philosophen und alle ihre Nachfolger
zum Anfange des 17ten Jahrhunderts zu ihrem eignen grö
ten Nachtheile ausgezeichnet haben sollen. Es ist allerdi
wahr, dafs die Alten weder so viele, noch auch so gute
obachtungen angestellt haben, wie die Neuern, weil ihnen
Mittel dazu fehlten und weil wenigstens die meisten ih
Philosophen sich mehr mit Ideen, als mit Thatsachen und
fahrungen zu beschäftigen pflegten. Allein wenn man
Ausdruck *Beobachtung* oder *Versuch* in seiner allgemein
Bedeutung nimmt, so wird man wohl zugestehn müssen, d
die Alten den Werth derselben gehörig anerkannt und a
von ihnen keinen geringen Gebrauch gemacht haben. Ar
STOTELES und alle anderen Philosophen haben auf das b
stimmteste behauptet, dafs alle unsere Erkenntnifs von der E
fahrung ausgehe und ausgehn müsse. Man kann sich darü
nicht bestimmter ausdrücken, als der Stagirite in der folge
den Stelle[1] gethan hat. „Der Weg der Philosophie," sa
er, „ist derselbe, wie der aller andern Wissenschaften. M
„mufs nämlich zuerst Thatsachen sammeln und davon so v
„als möglich zusammentragen. Wenn man dann nicht die
„ganze Masse auf einmal, sondern wenn man dieselbe n

1 Anal. Prior. I. 30.

Digitized by Google

eilweise, einen Theil nach dem andern betrachtet, so wird die Sache dieser Betrachtung oder dieser Beobachtung, die Principien für jeden Gegenstand aufzusuchen, wie z. B. die astronomischen Beobachtungen uns die Principien der astronomischen Wissenschaft liefern. Denn wenn die himmlischen Erscheinungen gehörig aufgefafst (beobachtet) werden, so kann man dann aus ihnen die Gesetze (Principien) der Sternkunde ableiten. Dasselbe läfst sich auch von jeder andern Wissenschaft sagen, so dafs, wenn wir einmal die Thatsachen (τὰ ὑπάρχοντα) eines Gegenstandes erhalten haben, es dann unsere Sache ist, daraus die einzelnen Gesetze gehörig abzuleiten." Diese Thatsachen begreift er wieder an einem andern Orte[1] unter der Benennung der *Sensation*. „Es ist klar," sagt er, „dafs, wenn die Sensation unvollständig ist, auch die darauf gebaute Erkenntnifs unvollständig seyn mufs, da wir zur Erkenntnifs nur durch Induction oder durch Demonstration gelangen und da wir keine Induction ohne vorhergegangene Sensation machen können."

Allerdings haben sie sich vorzüglich mit allgemeinen Principien beschäftigt, am liebsten mit den allgemeinsten, die sie finden konnten, aber doch immer nur in der Absicht, um dadurch mehrere Classen von sinnlichen Erscheinungen, um dadurch ihre *Beobachtungen* darstellen zu können, was ihnen freilich oft schlecht genug gelungen ist. Die Beobachtung z. B., dafs die Körper zur Erde abwärts streben, während das Feuer und die Luft, wie sie sagten, aufwärts gehn, wurde durch das Princip erklärt, dafs jedes Ding seine eigene Stelle suche. Ein ähnliches Princip stellt ARISTOTELES für die Erscheinung auf, dafs flüssige Körper bei einer gewissen Temperatur fest und feste flüssig werden. Allein es bedarf der einzelnen Beispiele nicht, da ganze grofse Werke dieses Philosophen offenbar nur auf Beobachtungen gegründet sind, wie z. B. seine Schrift von den Farben, von den Tönen, seine sogenannten Probleme und vor allen seine Naturgeschichte und Physiologie oder seine physischen Lectionen, wie er sie genannt hat. Auch beruht unsere heutige Mechanik, Hydrostatik u. s. w. auf Thatsachen, welche die Alten ebenso gut gekannt haben, als wir selbst, wenn sie sie gleich nicht ebenso

---

1 Anal. Post. I. 18.

Digitized by Google

gut zu deuten wufsten. Der eigentliche Fehler ihres Verf
rens liegt also weder in der Mifsachtung des hohen Wer
der Beobachtungen, noch auch in der Vernachlässigung der p
tischen Anwendung derselben. Am wenigsten aber wird
sie beschuldigen können, dafs es ihnen an Scharfsinn ge
habe, diese von ihnen in Menge gesammelten Thatsachen
vergleichen und zu ordnen. Denn alle die zahlreichen Sch
ten, die von Aristoteles auf uns gekommen sind, zeich
sich ebenso vortheilhaft durch eine höchst zweckmäfsige C
sification, als durch eine rein systematische Zusammenstell
aus. Da nun zu einer jeden eigentlichen Wissenschaft vor
lem zwei Dinge erfordert werden, Erfahrungen und Id
oder, wenn man lieber will, Sinn und Verstand, und da
wie wir gesehn haben, den Alten nicht an Erfahrungen o
Beobachtungen gefehlt hat, so mufs der Fehler in ihren Id
gelegen haben. Das soll aber nicht heifsen, dafs es ihnen
Geisteskraft oder dafs es an dem logischen Zusammenha
ihrer Ideen gefehlt habe. Wer diese Alten nur einigermafs
kennen gelernt hat, wird willig zugestehn, dafs sie in Sch
sinn, in der Stärke der strengen Beweisführung, kurz in
gesammten Geisteskraft bisher noch von keinem Volke
Erde übertroffen worden sind. Allein obschon sie beid
Thatsachen und Ideen, im Ueberflusse besafsen, *so waren d
diese Ideen weder bestimmt genug, noch auch jenen That
chen vollkommen angemessen*, und dieses ist der Grund, w
um sie in allen Naturwissenschaften so weit hinter den Neu
zurückgeblieben sind.

Einige Beispiele werden dieses vollkommen erläute
Wir erklären bekanntlich die *runden* Sonnenbilder in d
Schatten eines Baumes ganz einfach und befriedigend aus
kreisförmigen Gestalt der Sonne, verbunden mit der gerad
nigen Richtung der Sonnenstrahlen. Aber statt dieser der S
che völlig angemessenen Idee geht Aristoteles bei sei
Erklärung von der (ganz unangemessenen) Voraussetzung a
dafs das Sonnenlicht eine eigenthümliche Kreisnatur habe, w
che Natur dasselbe denn auch überall zu äufsern streben s
Diese vage, unbestimmte und der zu erklärenden Sache ga
unangemessene Idee war die Ursache, die den Stagiriten hi
derte, von dieser einfachen und alltäglichen Erscheinung d
wahre Ursache zu finden. Wir erklären bekanntlich die E

Digitized by Google

inungen am *Hebel* alle aus dem Satze, den schon Ar-
medes (250 vor Chr. G.) aufgestellt hat, der aber bis Ga-
i (1600 nach Chr. G.) vernachlässigt worden ist, dafs
sich für das Gleichgewicht des Hebels die zwei Gewichte
verkehrt wie ihre Entfernungen von dem ruhenden Puncte
halten. Wie verfährt Aristoteles, um zu derselben Er-
nung zu gelangen? Zuerst setzt er, im Eingange zu sei-
mechanischen Problemen, die wunderbaren Eigenschaften
Kreises aus einander. „Der Kreis," sagt er, „ist aus der
rbindung ganz heterogener Dinge entstanden. Er wird
erst durch einen ruhenden Punct und durch eine bewegte
nde erzeugt, welche beide Dinge in ihrer innersten Na-
teinander entgegengesetzt sind. Auch die Peripherie des
ises hat ganz entgegengesetzte Eigenschaften, denn sie ist
gleich convex und concav. Der Kreis hat auch entgegengesetzte
wegungen, indem man in ihm zugleich vor- und rück-
rts gehn kann und doch immer wieder zu demselben
ncte zurückkommt, so dafs jeder Punct dieser Peripherie
gleich der erste und auch der letzte Punct derselben ist. Da
un der Kreis eine so wunderbare Figur ist, so wird es auch
niemand auffallen, wenn er auch das Princip von andern,
benfalls wunderbaren Erscheinungen ist und wenn aus etwas
hon an sich Wunderbarem auch wieder etwas anderes Wun-
derbares abgeleitet wird." Nach diesem sonderbaren Exor-
m, das ganz im Geschmacke unserer neuen deutschen Na-
philosophie abgefafst ist, geht er nun zu seiner Erklärung
Hebels über. Er zeigt zuerst, dafs, wenn ein Körper am
de eines Hebels in Bewegung gesetzt wird, derselbe als
ei Bewegungen in sich enthaltend betrachtet werden mufs,
mlich eine in der Richtung der Tangente und die andere
der Richtung des Halbmessers des Kreises, in dessen Pe-
ipherie er sich bewegt. Jene erste ist, wie er sagt, die der
tur angemessene, diese nennt er die der Natur entge-
gesetzte Bewegung. Nun ist aber, fährt er fort, in dem
einern Kreise die entgegengesetzte Bewegung stärker, als in
m gröfsern Kreise, und deshalb wird der Körper an dem
ngern Hebelarme durch dieselbe Kraft einen weitern Weg
geführt, als der andere Körper am Ende des kürzern Arms.
ieser unbestimmte und der Sache selbst ganz fremde Begriff,
ne Logodädalie von den wunderbaren Eigenschaften des

Digitized by Google

Kreises und von einer der Natur angemessenen und unangemessenen Bewegung konnte unmöglich zu einer wahren Erkenntniſs des Gegenstandes führen.

Alle übrige Beispiele, die wir aus diesem gröſsten und bewundertsten aller alten Philosophen anführen könnten, sind durchaus derselben Art. Am auffallendsten erscheint dieses in seinen sogenannten *Problemen*, wo Frage und Antwort von ihm selbst in kurzen Worten ausgedrückt neben einander gestellt werden. „Warum," heiſst es da, „warum kann ein kleiner Keil groſse Klötze zersprengen? Weil der Keil," wird geantwortet, „aus zwei entgegengesetzten Hebeln besteht." „Warum muſs ein Mensch, wenn er von seinem Sitze aufsteht, die obere und untere Hälfte seines Körpers unter einem spitzen Winkel gegen einander neigen? Weil der rechte Winkel mit der Gleichheit und Ruhe in Verbindung steht." „Warum treibt man den Stein weiter mit der Schleuder, als mit der bloſsen Hand? Weil der Stein mit der Hand aus der Ruhe, mit der Schleuder aber aus einer schon statt habenden Bewegung getrieben wird. Warum ist es so schwer, einen Ton von seiner Octave zu unterscheiden? Weil hier das Verhältniſs in der Stelle der Gleichheit steht u. s. f." Man muſs gestehn, daſs dieſs ganz unbestimmte, verwirrte und werthlose Antworten sind, die uns über die Sache, welche sie erklären sollen, ganz im Dunkeln lassen. Die Physik des Aristoteles muſs daher als ein ganz miſsrathenes Werk betrachtet werden, und es ist schwer zu erklären, wie solche Dinge den menschlichen Geist, den Geist der Besten eines ganzen Volkes, durch zwei volle Jahrtausende hinhalten und an allen eigentlichen Fortschritte hindern konnten.

Charakteristisch erscheint bei den aristotelischen Schlüssen, daſs sie so oft nicht aus der beobachteten Erscheinung selbst, sondern aus dem Worte abgeleitet werden, mit welchem seiner Sprache die Erscheinung belegt wird. Seine *physischen Lectionen* sind voll von diesen sonderbaren Versuchen, die Geheimnisse der Natur in dem Bau und der Construction der Wörter zu suchen, durch welche wir dieselben zu bezeichnen pflegen. Sobald ihm eines jener abstracten Wörter, wie Kraft, Stoſs, Geschwindigkeit u. dgl., begegnet, sucht er nun dieses Wort mit dem innern Lichte seines Geistes

leuchten und mit seinem spitzigen Scharfsinne zu durchgrü-
n, ohne sich dabei weiter viel um die Sache selbst zu be-
mmern, die in der äufsern Sinnenwelt diesem Worte ent-
chen soll. Er scheint als Grundsatz angenommen zu ha-
n, dafs die wahre Philosophie nur aus der innern Relation
r Wörter hervorgehn könne, und so suchte er denn auch
ne ganze Weisheit nur in dieser Quelle. Er hätte seine
en Begriffe von den Gegenständen durch äufsere Beobach-
g fixiren und verbessern sollen, während er sie nur durch
re Reflexionen zu erläutern und zu analysiren suchte; er
te, durch wirkliche Versuche, jene Begriffe den Thatsa-
n anpassen, während er nun umgekehrt diese Thatsachen
st so lange änderte und modificirte, bis sie den darüber
ehenden Wörtern sich anpassen liefsen. Auf diesem Wege
ngt er z. B. zu den Sätzen, dafs der *leere Raum* nicht
tire, dafs alle Dinge ihren eignen Raum suchen u. dgl.
n leeren Raume," sagt er[1], „kann es keinen Unterschied
n oben und unten geben, denn da bei einem Nichts kein
terschied seyn kann, so kann auch keiner bei einer blo-
n Negation existiren, der leere Raum ist aber" (wie er
ller aus der grammatischen Construction des Wortes ge-
n hat) „eine blofse Negation der Materie, also würden
h in einem leeren Raume die Körper weder auf noch
der bewegen, was sie doch ihrer Natur nach thun müs-
n; also giebt es keinen leeren Raum." Ganz analog ver-
t er[2] mit seiner Erklärung der vier Elemente aller Dinge.
n auffallendsten aber erscheinen diese *Exspatiationes in-
ë*, wie sie KEPLER nannte, wenn der Stagirit durch seine
nbildungskraft in jene höheren Gegenden verleitet wird, wo
n weder eigentliche Beobachtungen noch Wörter zu Gebote
n, um seine Schlüsse auf sie zu bauen. So beweist er,
ch im Eingange seiner Schrift *De Coelo*, die Vollkom-
nheit der Welt auf folgende Weise: „die Dinge, aus wel-
n die Welt besteht, sind alle solide Körper und sie haben
her alle drei Dimensionen; aber drei ist unter allen Zah-
n die vollkommenste, denn sie ist die erste aller Zahlen"
eil nämlich eins noch keine Zahl ist und weil man statt

---

1 Physik IV. 7.

2 De Genesi et Corrupt. II. 2.

zwei auch beide sagen kann); „drei ist ferner die Zahl, d
„die wir Alles bezeichnen können. Diese Zahl drei hat
„einen bestimmten Anfang, Mittel und Ende" u. s. w.
diesem allen folgt ganz unwidersprechlich, dafs diese W
von allen möglichen Welten die beste und vollkomm
seyn mufs. Die Pythagoräer haben im Gegentheile die
vier, die sie *Tetras* oder *Tetraktys* nannten, für die vollk
menste aller Zahlen und zugleich für das Symbol der men
lichen Seele gehalten. Die spätern Philosophen dieser S
wollten der Zahl zehn den Vorzug geben und leiteten
aus den Schlufs ab, dafs es auch zehn Himmelskörper in
serm Sonnensysteme geben müsse, und da sie nur neun
selben kannten, so behaupteten sie kühn, dafs es noch
Ἀντιχθών (Gegenerde) gebe, die auf der andern Seite
Sonne stehe und daher für uns immer unsichtbar seyn mü

Alle diese Verirrungen des menschlichen Geistes entsp
gen aus derselben Quelle, aus dem Mangel an Ueberein
mung der Begriffe mit den ihnen zu Grunde liegenden äu
Erscheinungen. Die Griechen begnügten sich bei ihren
tersuchungen der Natur mit vagen, dunklen, ihren Erfah
gen nur halb oder gar nicht angemessenen Begriffen
scheinen sich um jene sonnenklaren und eben dadurch fe
und dauernden Relationen, die zwischen den äufsern Dingen
unsern innern Vorstellungen darüber existiren, nur wenig
kümmert zu haben. Der verkrüppelte und unförmliche W
ihrer Naturwissenschaften war die unmittelbare Folge di
Verfahrens. Copernicus, Kepler, Galilei und Stevin
sechzehnten Jahrhundert haben endlich den Schleier zerri
und den dichten Nebel zerstreut, der so viele Jahrhunderte
durch die schönsten Länder unseres Welttheils verfinstert h
Unsere Nachbarn jenseit des Rheins und der Nordsee
seitdem muthig und mit dem glücklichsten Erfolge auf
neuen Bahn vorgeschritten, und wenn wir hinter ihnen n
zurückgeblieben sind, so werden wir um so mehr Ursa
haben, uns zu freuen, da es in den letzten Decennien
verflossenen Jahrhunderts nicht an Versuchen gefehlt hat,
wieder auf jenen alten, verderblichen Weg der sehr mit
recht so genannten Naturphilosophie zurückzuführen, vor d
man sich, durch lange und traurige Erfahrungen gewarnt, ni
leicht zu viel in Acht nehmen kann. Aus diesem Grun

Digitized by Google

te zum Schlusse dieses Artikels der Gegenstand unter uns er besprochen werden. Umständliche Nachweisungen dar-r findet man in dem ersten Theile von WHEWELL's Hi-y of the inductive Sciences. London 1837, deutsch bei mann in Stuttgart 1840. Eine andere mit dem Vorher-nden nahe verwandte Betrachtung, die manche Leser viel-lt schon hier erwartet haben, werden sie in dem Artikel *hrscheinlichkeitsrechnung* finden.

L.

Verticalkreis, s. Scheitelkreis.

Verticallinie, s. Scheitellinie.

Verwandtschaft[1].

Wahlverwandtschaft, Wahlanziehung, finität, chemische Kraft; *Attractio electi-*, *Affinitas*; Attraction élective, Affinité; *Af-inity.*

I. Begriff der Affinität.

Die Anziehungskraft[2] oder das Bestreben der Materien, zu nähern und zu vereinigen, kann in die *mechanische* in die *chemische* eingetheilt werden. Bei ersterer, zu cher *Gravitation*, *Cohäsion* und *Adhäsion* gehören, er-t die Annäherung und Vereinigung der Materien ohne derung ihrer Eigenschaften, die räumlichen Verhältnisse rechnet; bei der chemischen dagegen, welche den Gegen-d dieses Artikels ausmacht, vereinigen sich Stoffe, welche

---

1 Zu diesem Artikel gehört die Kupfertafel XXXIX, welche ch keine Figuren enthält, deren Nummern mit den übrigen in ge-nter Weise fortlaufen, sondern für sich numerirte, die chemi-en Zersetzungen darstellende Schemata, auf welche, wie sonst die Figuren, am Rande durch Sch. und die bezeichnende Num-r hingewiesen wird.

2 S. Art. *Anziehung*. Bd. I. S. 821.

Digitized by Google

unsern Sinnen heterogen erscheinen, zu einem homogen Ganzen, in welchem sich auch mittelst noch so gut bew neter Sinne nichts Ungleichartiges mehr entdecken läfst. S wohl der Act dieser Vereinigung, als auch das hierdurch zeugte Product heifst *chemische Verbindung* oder *Mischu* oder ein *Gemisch* (im Gegensatze zu dem durch Adhäsion zeugten *Gemenge*), und in dem Falle *Auflösung*, wenn Product flüssig ist. Die in einer chemischen Verbindung e haltenen hererogenen Stoffe sind ihre *Bestandtheile*, von w chen, wenn der eine flüssig, der andere fest ist, ersterer *Auflösungsmittel*, *Menstruum*, letzterer als *aufgelöster K per*, *Solutum* unterschieden wird.

Die Aeufserungen der chemischen Kraft haben mit den der Adhäsion am meisten Aehnlichkeit, sofern durch beide u gleichartige Stoffe, die in unmittelbare Berührung komm zu einem Ganzen verbunden werden. Aber die durch Affi tät erzeugte Verbindung erscheint unsern Sinnen gleich und läfst, wofern sie durchsichtig ist, das Licht, wenn gl oft gefärbt, doch immer klar hindurch, weil die chemisch v einigten Stoffe als Ganzes die Brechung des Lichtes bewirk z. B. die Auflösung von Salz in Wasser, von flüchtigem in Weingeist, die Verbindung der Kohlensäure mit Kalk Kalkspath, des Schwefels mit Zink zu Blende. Bei ein mechanischen Gemenge dagegen lassen sich meistens die G mengtheile durch die Sinne unterscheiden und das Gemen erscheint trübe, auch wenn die Gemengtheile völlig durc sichtig sind. Sand, in welchen sich durch Adhäsion Wa gezogen hat, bietet dem bewaffneten Auge die Gemength deutlich dar und zeigt dem Gefühle zugleich die Härte d Sandes und die Feuchtigkeit des Wassers; Wasser, in w chem durch starkes Schütteln Oel fein vertheilt ist, welch sich wegen der Adhäsion nur langsam wieder ausscheidet, scheint als eine milchige Flüssigkeit, weil die durchfalle den Lichtstrahlen eine vielfache Brechung und Zurückwerfu nach allen Richtungen hin erleiden, da sie abwechselnd u unter verschiedenen Winkeln auf Wasserschichten und O tropfen fallen. Allerdings läfst sich auch der Kalkspath, wi wohl er eine chemische Verbindung ist, durch Pulvern u durchsichtig machen, wie in ähnlicher Gestalt der kohlensau Kalk als Kreide vorkommt, aber dieses Pulver ist nun e

Digitized by Google

menge von Kalkspaththeilchen und Luft und verhält sich her gleich dem mit Wasser gemengten Oele.

So leicht es mittelst dieser Kennzeichen in den meisten llen ist, eine chemische Verbindung von einer mechanischen zu unterscheiden, so zeigen sie sich doch bei den Vermengen der elastischen Flüssigkeiten als unzureichend. Wie bei[1] auseinandergesetzt worden ist, so erhebt sich eine schwerere Gasart, wenn auch nur an einem kleinen Puncte mit einer über befindlichen leichtern in Berührung, allmälig in die- und zieht sie zum Theil zu sich herab, bis überall beide in gleichem Verhältnisse vereinigt sind. Diese Art von Verbindung wird von Berthollet als eine chemische betrachtet, von Andern als eine durch Adhäsion, durch eine von Haarröhrchenanziehung bewirkte. Für erstere An- läfst sich anführen, dafs die Verbindung homogen und erscheint. Aber aufser den am angeführten Orte angegebenen Gründen dienen vorzüglich noch folgende zur Widerlegung:

1) Eine Gasart läfst sich von einer andern, wofern sie nicht gefärbt sind, durchs Auge nicht unterscheiden, nicht als gegen erkennen, denn sie ist unsichtbar, und ein Glasgefäfs hat dasselbe Ansehn, es sey luftleer oder mit irgend einem farblosen Gase gefüllt. Wenn sich nun zwei Gase so fein durch einander zertheilt haben, wie dieses vermöge ihrer aufserordentlichen Beweglichkeit und Feinheit möglich ist, so ist an keine Erkennung ihrer heterogenen Natur zu denken, und auch die schwache Farbe, welche einigen Gasen eigenthümlich ist, wird bei dieser höchst feinen Mengung so verteilt, dafs auch das bewaffnete Auge nicht im Stande ist, die gefärbten und ungefärbten Gastheilchen zu unterscheiden.

2) Diese feine Vertheilung ist ohne Zweifel auch der Grund, warum das Licht von einem Gasgemenge gleichförmig gebrochen wird und also klar hindurchgeht. Bei einer Mengung von tropfbaren Flüssigkeiten, wie Oel und Wasser, ist wegen ihrer Cohäsion die Mengung niemals so fein.

3) Es fehlen der Mengung der Gase diejenigen Charaktere, durch welche wirkliche chemische Verbindungen ausgezeichnet sind. So ist nicht jeder einfache oder zusammenge-

[1] S. Art. *Atmosphäre*. Bd. I. S. 485 ff.

Digitized by Google

setzte Stoff mit jedem andern chemisch verbindbar; Wass
mischt sich mit Weingeist, nicht mit Oel, es löst Salz, nic
Glas u. s. w., und die Kraft, wodurch die chemische Verbi
dung entsteht, ist nach der Natur der Stoffe eine sehr ve
schiedene. Dagegen mengt sich jedes Gas, es sey einfa
oder zusammengesetzt, mit jedem andern, und die Schnelli
keit der Mengung hängt nicht von der chemischen Natur
Gase, sondern von mechanischen Ursachen ab, besonders v
specifischen Gewicht, indem die dünneren Gase sich am schn
sten bewegen. Ferner zeigt es sich bei chemischen Verbi
dungen, dafs mittelst einer Flüssigkeit von einem festen K
per um so mehr gelöst wird, je mehr die Menge der Flüss
keit beträgt. Sieht man nun mit Berthollet die Verth
lung der Wasserdämpfe und anderer Dämpfe unter ihrem Si
puncte in der Luft als eine Auflösung an, so ist es nicht w
erklärlich, warum in demselben Raume und bei derselb
Temperatur gleich viel Wasser verdampft, der Raum sey lu
leer oder mit verdünnter oder verdichteter Luft erfüllt, u
warum gar im letzteren Falle, wo die Menge des Auflösung
mittels die gröfste ist, die Verdampfung am langsamsten
folgt, warum ferner dieselbe Wassermenge verdampft,
Raum enthalte Luft oder Stickgas, Wasserstoffgas u. s.
während doch bei chemischen Verbindungen die Menge
Aufgelösten je nach der Natur des Auflösungsmittels s
verschieden ist. Es erfolgt ferner bei den Mengungen der G
keine Temperaturänderung, wie diese die wirklichen che
schen Verbindungen begleitet. Bei den meisten chemisc
Verbindungen tritt Aenderung des Volumens ein, bei
Mengungen der Gase nicht. Die lichtbrechende Kraft e
Gasgemenges hält nach Biot und Arago genau das M
zwischen der lichtbrechenden Kraft seiner Gemengtheile,
bei wirklich chemischen Verbindungen der Gase, z. B.
Wasserstoff- und Stickgases zu Ammoniakgas, nicht der
ist. Bei chemischen Verbindungen zeigt sich häufig auf
lende Farbenveränderung, bei Gasgemengen nie. So ist
chemische Verbindung des blafsgelben Chlorgases mit dem f
losen Wasserstoffgas, das salzsaure Gas, farblos; dagegen
ein Gemenge dieser beiden Gase die sehr blafsgelbe Fa
wie diese als Mittel entstehn mufs; ebenso liefert der po
ranzengelbe Untersalpetersäure-Dampf mit farblosen Gasen,

Digitized by Google

gen keine chemische Verbindung erfolgt, blasser gelbe Gemenge. Ist endlich ein Stoff mit einem andern chemisch verbunden, so vermag ihn ein dritter Stoff meistens schwieriger, zuweilen auch leichter sich anzueignen, als wenn er sich im freien Zustande befindet. So nimmt der Schwefel den Sauerstoff aus dem Stickoxydulgase erst bei einer viel höhern Temperatur auf, als aus dem Sauerstoffgase; umgekehrt entzieht er den Sauerstoff der Salpetersäure schon bei einer viel niedrigern Temperatur, dagegen bedarf er gerade derselben Temperatur, um sich in der Luft zu entzünden, wie in reinem Sauerstoffgase, obgleich dieses in der Luft mit viel Stickgas gemengt ist. Ebenso nehmen die in Wasser gelösten schwefelsauren Alkalien den Sauerstoff der Luft so leicht auf, wie den des Sauerstoffgases, nicht aber den des Stickoxydulgases, weil er in diesem mit dem Stickstoff wirklich chemisch verbunden ist. Die einzige Erfahrung, welche hiergegen zu sprechen scheint, ist die, dafs der Phosphor in der Luft die langsame Verbrennung bei niedrigerer Temperatur zeigt, als im Sauerstoffgas; es ist jedoch erwiesen, dafs diese Verbrennung in einem 5fach verdünnten Sauerstoffgas ebenso leicht erfolgt, wie in der Luft, und es ist also wahrscheinlich blofs die durch das Stickgas bewirkte Verdünnung des Sauerstoffgases, welche die Verbrennung bei niedrigerer Temperatur möglich macht.

Nach allem diesen ist anzunehmen, dafs diejenigen Vermengungen der elastischen Flüssigkeiten unter einander, welche ohne alle Aenderung der Temperatur, des Volumens, der Farbe, der lichtbrechenden Kraft und der chemischen Verhältnisse gegen andere Stoffe erfolgen, nicht als chemische, sondern als mechanische, durch Adhäsion bewirkte, zu betrachten sind. Wird hierbei die atomistische Ansicht zu Grunde gelegt, nach welcher die Gase aus Kugeln bestehn, deren Kern ein wägbares Atom und deren Hülle die Wärme bildet, so ist anzunehmen, dafs bei diesen Mengungen die heterogenen Atome durch ihre Wärmesphären hindurch anziehend auf einander wirken, ohne doch mit einander in Berührung zu treten, und so eine gleichförmige Mengung der heterogenen Kugeln veranlassen. Bei wirklich chemischen Verbindungen dagegen, z. B. bei der Bildung von Untersalpetersäure-Dampf aus Stickoxydgas und Sauerstoffgas, vereinigen sich nach dieser Ansicht die heterogenen Atome, ihre Wärme-

Digitized by Google

sphären gleichsam durchbrechend, unmittelbar mit einander zusammengesetzten Atomen, die sich dann wieder, wenn Verbindung gasförmig ist, mit Wärmehüllen umgeben. Hi nach bestände das Gasgemenge aus Kugeln von verschied Natur, die gasförmige Verbindung aus Kugeln von ein Natur, deren Kern ein zusammengesetztes Atom bildet. W rend nach dieser Auseinandersetzung mehrere Chemiker Wirkungskreis der Affinität zu sehr erweitert und die Mengun der Gase als chemische Verbindungen betrachtet haben, derselbe durch andere Chemiker zu sehr eingeschränkt word

Hierher gehört Dalton's Ansicht von der Absorption Gase durch tropfbare Flüssigkeiten, welche er als eine chanische ansieht, die aber nach der oben[1] gegebenen Da gung als chemisch zu betrachten ist, während allerdings Absorption der elastischen Flüssigkeiten durch feste Kö theils auf einer Wirkung der Adhäsion, theils auf einer Affinität beruhn möchte.

Aber nicht blofs diese Verbindungen der tropfbaren Fl sigkeiten mit Gasen, sondern auch die Gemische der trop ren Flüssigkeiten unter einander und die Auflösungen fe Körper in ihnen werden, sobald sie nicht proportionirt si von Berzelius, Mitscherlich, Dumas und anderen der a gezeichnetsten neuern Chemiker als nicht chemische angese welche durch eine andere Kraft, als die chemischen Verbind gen hervorgebracht worden seyen. So die Mischung von Wa und Weingeist, von Weingeist und flüchtigem Oel, die A lösung von Säuren, Alkalien und Salzen in Wasser, We geist u. s. w. Mitscherlich leitet diese Verbindungen v der Adhäsion ab; Berzelius von einer Modification der A nität, während nach ihm die eigentlichen chemischen V bindungen durch die elektrische Anziehung hervorgebracht w den; Dumas von einer Kraft, welche er die *Kraft der A lösung* nennt und die er als zwischen der Cohäsion und Affinität inne stehend betrachtet. Während durch erstere h mogene Stoffe vereinigt werden und durch die letztere vo züglich stark entgegengesetzte nur nach bestimmten Verhä nissen zu einem mit eigenthümlichen Eigenschaften begabt Producte, so vereinigen sich mittelst der Kraft der Auflösu

1 S. Art. *Absorption.* Bd. I. S. 74. 113.

Digitized by Google

rugsweise ähnliche Stoffe, z. B. Metalle mit Metallen (de-Verbindung jedoch oft mit starker Feuerentwickelung ver-ipft ist), oxydirte Körper mit oxydirten Lösungsmitteln, erstoffreiche Körper, wie Harze, Fette, mit wasserstoff-chen Lösungsmitteln, wie Weingeist, Aether und nicht mit asser, zeigen wenigstens nach einer Seite hin einen Sätti-gspunct und behalten in dieser Verbindung ihre charakte-tischen Eigenschaften mehr bei. Er sieht diese drei Kräfte als dificationen einer und derselben Kraft an, welche sich um energischer als Affinität äufsern, je entgegengesetzter sich Stoffe sind. Bei diesen Ansichten dürfte es unmöglich n, eine genügende Definition der Affinität und der Adhä-n oder auch der Kraft der Auflösung zu geben. Denn auch diesen Verbindungen bilden heterogene Stoffe, wie Wasser d Salz, ein homogenes Ganzes; auch sie gehn unter Aende-g der Temperatur, des Volumens, der lichtbrechenden ft und bisweilen auch der Farbe vor sich (so giebt das ihe Chlorkupfer mit Wasser eine grüne Lösung, die bei terer Verdünnung blau wird). Allerdings besteht die Tem-aturänderung bei diesen Verbindungen häufiger in einer Er-drigung als Erhöhung. Allein bei Mischungen von Flüs-gkeiten, wie Weingeist und Wasser u. s. w., tritt meist die ztere ein, wenn auch nur in geringem Grade, und die be-utenden Erkältungen beim Auflösen fester Körper können lso, wenn man es zur Regel macht, dafs bei jeder chemi-chen Verbindung Wärme frei wird, nichts gegen die chemi-he Natur einer solchen Auflösung beweisen, da die hierbei lleicht entwickelte Wärme viel geringer ist, als die zur Flüs-gmachung verbrauchte und latent gewordene. Wollte man le mit Wärmeentwickelung verknüpfte Verbindungen für che-ische erklären und alle von Erkältung begleitete für nicht hemische, so wäre das Gemisch aus Weingeist und Was-r eine chemische, das aus Weingeist und Eis eine nicht emische Verbindung. Ebenso möchte es nicht wohl an-hn, die Verbindungen, je nachdem sie proportionirt sind der nicht, in chemische und mechanische zu scheiden. Ei-ige Beispiele mögen dieses erläutern. Die Schwefelsäure ist ach jedem Verhältnisse mit Wasser verbindbar. Die Ver-bindung von 40 Theilen derselben mit 9 Theilen Wasser zu Vitriolöl wird mit Recht als eine proportionirte angesehn, denn

Digitized by Google

sie verdampft beim Erhitzen als Ganzes; ebenso die Verb
dung mit 18 Theilen Wasser, denn sie krystallisirt schon u
0°. Die Verbindungen mit mehr Wasser dagegen sollen,
sie nichts Proportionirtes zeigen, als nicht chemische ge
allein die Verbindung von 40 Schwefelsäure mit 27 W
ist dadurch ausgezeichnet, dafs bei ihr die stärkste Verd
tung der beiden Stoffe statt findet; so wäre es auch mögl
dafs die Verbindungen der Säure mit 36, 45 und mehr Th
len Wasser auch noch einige Eigenthümlichkeiten zeigten,
sie als proportionirte und also auch als chemische zu betra
ten berechtigten; auf jeden Fall ist es schwer einzuse
warum die Verbindungen der Säure mit den ersten Anthe
Wasser chemische seyn sollen, die mit den gröfsern Men
mechanische, und es ist nicht wohl möglich, hier eine sich
Grenze zu ziehn. Die meisten Salze lösen sich im Wa
nach einem mit der Temperatur wechselnden Verhältnisse
diese Auflösungen mögen vor der Hand als nicht propo
nirt gelten; aber Fucns hat gezeigt, dafs 1 Theil Koch
genau 2,7 Theile Wasser zur Lösung braucht, welches
die Temperatur sey. Dieses ist, wie sich aus der unten
genden stöchiometrischen Lehre ergeben wird, das Verh
nifs von 1 Atom Kochsalz auf 18 Atome Wasser. We
hiernach diese Verbindung proportionirt, also auch chemi
ist, warum sind nicht auch andere Lösungen ähnlicher St
chemische Verbindungen? Das Glas ferner oder die zus
mengeschmolzene Mischung von Kieselerde und Alkalien dür
als *kieselsaures* Salz auch nach der hier bestrittenen Ans
als eine chemische Verbindung zu betrachten seyn; denn
bildet bei hinreichender Hitze die Kieselerde mit den Al
lien fast nach jedem Verhältnisse ein klares Glas, ohne d
bei einem bestimmten Verhältnisse sehr ausgezeichnete Eig
schaften hervortreten, nur dafs das Glas um so strengflüssig
härter und unlöslicher ist, je mehr die Kieselerde, um so leic
flüssiger, weicher und löslicher, je mehr das Alkali v
waltet.

Endlich noch folgende Bemerkungen. Wenn auf den Z
satz von Ammoniak die Alaunerde aus ihrer Auflösung
Schwefelsäure niedergeschlagen wird, so ist dieses eine W
kung der Affinität; wenn dagegen das Wasser aus salpet
saurem Wismuthoxyd das Wifsmuthweifs fällt, indem es si

Digitized by Google

einem Theile der Salpetersäure vereinigt, oder der Weinstein aus der wässerigen Lösung den Salpeter, weil der Weinstein an das Wasser tritt, so sollen diese ganz analogen Zersetzungen nicht Wirkung der Affinität seyn, sondern der Adhäsion oder Auflösungskraft. Bei solchen Zersetzungen der Metallsalze, wie der Wismuthsalze durch Wasser, denen es Säure, und des einfach talgsauren Kalis, dem es die Hälfte des Kalis entzieht, würde die Affinität, die man als die stärkere Kraft betrachtet, durch eine schwächere Kraft überwunden. Wenn endlich ein mit flüchtigem Oel gesättigtes klares Wasser als eine durch Adhäsion bewirkte Verbindung betrachtet wird, was ist dann das durch noch mehr darin suspendirtes Oel trüb gemachte Wasser? Es wären zwei durch Adhäsion bewirkte Verbindungen zu unterscheiden, klare, worin nichts Heterogenes bemerkt wird, und trübe, ungleichartig erscheinende. Wollten die genannten grofsen Chemiker den Versuch machen, bei jeder einzelnen Verbindung zu entscheiden, welche eine chemische und welche eine mechanische ist, so würde sich wahrscheinlich die Unmöglichkeit einer solchen Scheidung noch bestimmter herausstellen. Wofern sie jedoch gelänge, so würden alle die als nicht chemisch erkannten Verbindungen keinen Gegenstand der Chemie mehr abgeben, in den chemischen Werken nur kurz zu berühren und der Physik, welche sich mit der Adhäsionslehre beschäftigt, zu überlassen seyn.

Diese Betrachtungen mögen genügen, das Mifsliche einer Ansicht darzuthun, welche ich um so ausführlicher bekämpfen zu müssen geglaubt habe, weil sie die gröfsten Autoritäten für sich hat. Auf jeden Fall liegt dieser Ansicht die Wahrheit zu Grunde, dafs stärkere und schwächere Affinitäten zu unterscheiden sind, dafs erstere proportionirte und durch auffallenden Charakter ausgezeichnete Verbindungen liefern, letztere minder bestimmt proportionirte und in ihren Eigenschaften von den Bestandtheilen minder abweichende Verbindungen, daher auch schon Berthollet die innigern Verbindungen als *Combinaisons* von den losern, den *Dissolutions*, unterschied. Doch ist dieses nur ein gradweiser Unterschied, der keine scharfe Scheidung und keine Zurückführung auf verschiedene Kräfte zuläfst.

Digitized by Google

II. Verbreitung der Affinität.

Allen einfachen oder bis jetzt unzerlegten Stoffen k das Vermögen zu, sich mit andern einfachen Stoffen zu einigen, aber nur vom Sauerstoff und Schwefel ist es a macht, dafs sie der Verbindung mit allen übrigen einf Stoffen, das noch nicht für sich bekannte Fluor ausgenom fähig sind, während die meisten übrigen einfachen S zwar mit mehreren andern, aber nicht mit allen Verbin gen eingehn. So zeigen die meisten Metalle keine Verbind keit mit Wasserstoff und Stickstoff. Es ist möglich, dafs einfachen Stoffen gegen alle übrige Affinität zukommt, viele Verbindungen nicht erhalten worden sind, theils es bis jetzt nicht gelungen ist, die Stoffe in diejenigen stände zu versetzen, unter welchen sich ihre Affinität äu kann, daher es z. B. auch erst in neuerer Zeit gelang, Stickstoff mit dem Phosphor und Schwefel zu vereinigen, t weil in manchen Fällen andere vorherrschende Naturkräfte Verbindung hindern. Diese sind vorzüglich die Schwerk die Cohäsion und die Elasticität. Vielleicht sind es die häsion und Schwerkraft, welche die Verbindung des Koh stoffes mit dem Quecksilber hindern; das Bestreben der K lenstofftheilchen, unter sich verbunden zu bleiben, ist v leicht gröfser, als ihr Bestreben, sich mit denen des Quecksil zu vereinigen, und das gröfsere specifische Gewicht des Qu silbers hindert es vielleicht zugleich, sich in dem viel le tern Kohlenstoff zu vertheilen. So kann ferner die Elasti des Wasserstoffs und Stickstoffs der Grund seyn, warum sich mit den meisten Metallen nicht verbinden, weil sie h durch ihre elastische Form verlieren würden. Nehmen hierbei an, ein Gas sey die Verbindung eines wägbaren S fes mit Wärme, so heifst dieses mit andern Worten: Affinität des Wasserstoffes und Stickstoffes zur Wärme gröfser, als die zu den meisten Metallen, daher ihre Verb dung mit letztern durch die überwiegende Affinität zur Wä gehindert wird.

Die aus der Vereinigung von zwei einfachen Stoffen e springenden Verbindungen, die man *Verbindungen der ers Ordnung* nennen kann und zu welchen vorzüglich die un ganischen Säuren, Salzbasen, Chlormetalle u. s. w. gehör

Digitized by Google

größtentheils wiederum der Vereinigung fähig, und zwar
elten mit einfachen Stoffen, sondern vorzugsweise unter
der, z. B. Schwefelsäure und Kali. So entstehn *Ver-
ungen der zweiten Ordnung,* zu welchen vorzüglich die
chen Salze zu rechnen sind. Diese Verbindungen kön-
sich wiederum theils unter einander, theils mit Verbin-
gen der ersten Ordnung zu Verbindungen einer höhern
ung vereinigen u. s. w. Je verwickelter jedoch die Zu-
mensetzung der Verbindungen wird, je mehr das Verbin-
bestreben der darin enthaltenen Elemente hiermit seine
digung erlangt hat, desto mehr nimmt das Bestreben zu
en Vereinigungen ab, und die Chemie erreicht hiermit
ch ihre Grenze. Bei den Verbindungen der zweiten Ord-
kann man *nähere* und *entferntere,* Bestandtheile, *Prin-
proxima* und *remota* unterscheiden. So sind im schwe-
ren Kali Schwefelsäure und Kali die nähern und (da
Schwefelsäure aus Sauerstoff und Schwefel, das Kali aus
stoff und Kalium besteht) Sauerstoff, Schwefel und Kalium
entferntern Bestandtheile. Bei Verbindung der dritten Ord-
g hätte man *nähere, entferntere* und *entfernteste* Bestand-
le zu unterscheiden u. s. w.

Da die Verbindungen meistens andere Affinitäten zeigen,
ihre Bestandtheile, so werden bisweilen die Affinitäten der
andtheile als *primitive, elementare* von den *resultirenden*
itäten der Verbindungen unterschieden. Die ältern Che-
r haben folgende hierher gehörige Fälle noch mit beson-
Namen belegt. Ist mit dem Stoff A der Stoff B verbind-
der Stoff C nicht, wird es aber letzterer durch seine
indung mit dem Stoff B, so ist dieses die *vermittelnde
wandtschaft, affinitas approximans s. appropriata s.
ta.* So wird Alaunerde (C) durch ihre Verbindung mit
efelsäure (B) in Wasser (A) löslich. Ist weder B, noch
it A verbindbar, wohl aber BC, so ist dieses die neu
gte *Verwandtschaft, Affinitas producta.* So ist weder
stoff noch Kohlenstoff mit Quecksilber verbindbar, wohl
ihre Verbindung zu Cyan.

Digitized by Google

III. Bildung chemischer Verbindungen

Den Fall, wo sich zwei oder mehrere Stoffe verei ohne dafs dabei Aufhebung einer vorher bestehenden Ve dung erfolgt, nannten die alten Chemiker die *zusammens de* oder *mischende Verwandtschaft*, *Affinitas composi s. mixturae*.

1) Bedingungen, unter welchen die chemisc Verbindung erfolgt.

A. Die Affinität der zu verbindenden Stoffe muſs der Vereinigung entgegenwirkenden Kräfte, wie Schwer Cohäsion und Elasticität, überwiegen.

B. Die zu verbindenden Stoffe müssen in unmitte Berührung kommen, da die Affinität nicht in die Ferne w

C. In der Regel mufs wenigstens der eine der zu bindenden Stoffe tropfbar oder elastisch flüssig seyn, und er es nicht schon bei gewöhnlicher Temperatur ist, durch here in diesen Zustand versetzt werden. Daher die alte gel: *Corpora non agunt, nisi fluida*, wobei man mit recht annahm, der flüssige Stoff, das *Menstruum*, sey a das Wirkende und der feste Stoff, das *Solvendum*, die zunehmende Last. Der Grund, warum sich feste Stoffe in Regel nicht vereinigen, liegt ohne Zweifel in der Unbew lichkeit ihrer Theile, sie kommen daher nur in sehr weni Puncten mit einander in unmittelbare Berührung; an die Puncten mag sich eine höchst dünne Schicht der Verb dung bilden, allein wenn diese ebenfalls fest ist, so bl sie als eine Scheidewand zwischen den zwei Stoffen gel und hindert somit jede weitere Berührung und Verbindu Allein hier gelingt es oft durch anhaltendes Reiben, vollständigere Vereinigung zu Wege zu bringen, z. B. vertheiltes Kupfer mit Schwefel zu vereinigen, wobei sogar Wärmeentwickelung zeigt, weil durch das Reiben innige Berührung der beiden Stoffe vielfach erneuert wi Ist dagegen die Verbindung flüssig, dann kann sie entw chen und damit möglich machen, dafs sich immer neue The der zwei festen Stoffe berühren und verbinden. So vereinigt si

einer Flüssigkeit Eis unter 0^0 mit Kochsalz und vielen an-
Salzen und festes Wismuthamalgam mit festem Blei-
lgam. Ein ähnlicher Fall ist die Verbindung der krystal-
ten Kleesäure mit Kalk durch Zusammenreiben, denn da
se mehr Krystallwasser enthält, als der sich bildende klee-
re Kalk aufzunehmen vermag, so wird gleich im Anfange
Verbindung ein wenig Wasser frei, welches dann Klee-
re auflöst u. s. w. In seltenen Fällen reicht auch schon
eichung des einen Stoffes durch Hitze hin, um die Ver-
gung möglich zu machen. So wird mit Kohle umgebenes
in der Glühhitze langsam vom Kohlenstoff durchdrun-
(*Cämentation*). Erfolgt die Verbindung von zwei Stoffen
n bei gewöhnlicher oder wenig erhöhter Temperatur, so
t dieser Act *Auflösung auf nassem Wege*; muss höhere
peratur vorausgehn, um vorher Schmelzung zu bewirken,
heisst er *Auflösung auf trockenem Wege, Zusammenschmel-
g*.

D. Aber wenn auch die drei genannten Bedingungen er-
t, selbst wenn beide Stoffe flüssig sind, erfolgt nicht im-
r die Verbindung, wofern nicht eine noch höhere Tempe-
r einwirkt. Schwefel lässt sich bei gewöhnlicher Tempe-
r mit Quecksilber nur durch anhaltendes Reiben vereini-
, auch wenn er bis zu seinem Schmelzpuncte erhitzt ist,
sehr langsam; dagegen bei noch stärkerem Erhitzen, wo-
er aus seinem dünnflüssigen Zustande in einen dickeren
geht, also wegen vermehrter Cohäsion gerade weniger zur
bindung geneigt seyn sollte, und ebenso, wenn er dem
itzten Quecksilber in Dampfgestalt dargeboten wird, in
chem die Elasticität der Verbindung entgegenwirken sollte,
einigt er sich mit diesem Metalle rasch und vollständig.
h mit der Kohle vereinigt sich der Schwefel nicht bei sei-
Schmelzpunct, sondern erst in der Glühhitze, wobei doch
e Erweichung oder Schmelzung der Kohle statt findet und
Elasticität des Schwefeldampfes die Verbindung gerade er-
weren sollte. Ebenso ist zur Verbrennung der Kohle in
erstoffgas Glühhitze nöthig. Am auffallendsten ist es end-
, dass sich das Sauerstoffgas mit Wasserstoffgas und vie-
andern brennbaren Gasen mengen lässt, ohne eine chemi-
e Verbindung einzugehn, die aber in der Glühhitze sogleich
olgt. Hier werden die Stoffe einander im möglichst flüssigen

Zustande dargeboten und die Erhitzung kann nur noch Elasticität und damit eine der Affinitätsäufserung entgegen kende Kraft vermehren. Wie in solchen Fällen eine h Temperatur die Verbindung befördert, ist noch nicht g gend erklärt. Man kann nicht sagen, dafs die Stoffe, w sich in der Kälte nicht vereinigen, eine zu geringe Affi gegen einander haben, um etwa die Cohäsion oder Elast überwinden zu können, und dafs durch höhere Tempe die Affinität vermehrt und dadurch über jene hemmenden K Meister würde. Sonst müfsten die so bei höherer Temp tur erzeugten Verbindungen in der Kälte, wo die Affi sshwächer wäre und durch jene Kräfte besiegt würde, w zerfallen. Am auffallendsten ist der oben bemerkte Fall, sogar gasförmige Stoffe, wie Sauerstoff und Wasserstoff, z rer Vereinigung einer höhern Temperatur bedürfen. W man dieses auch nach der atomistischen Ansicht daraus e ren, wie es auf eine ähnliche Weise schon Monge und thollet[1] versuchten, dafs jedes Gasatom mit einer Wä sphäre umgeben ist, welche die unmittelbare Berührung heterogenen Atome und damit ihre Vereinigung hindert, der zuerst erhitzte Antheil des Gasgemenges durch seine dehnung die benachbarten zusammenprefst und dadurch Annäherung und Verbindung der Atome bewirkt, so w diese Erklärung doch sehr ungenügend erscheinen, denn auch durch die rascheste Erhitzung bewirkte Zusammen sung kann nicht für so bedeutend angesehn werden, wenn bedenkt, dafs z. B. das Gemenge aus Sauerstoffgas und W serstoffgas in freier Luft aufsteigend schon durch einen sch glühenden Körper entzündet werden kann, wo einerseits Erhitzung und Ausdehnung der zunächst liegenden T nicht so stark ist und, da das Gasgemenge nach allen S ausweichen kann, die Zusammenpressung geringer seyn m auf jeden Fall nicht das 50fache des Luftdrucks betr möchte. Andererseits hat Delaroche[2] gezeigt, dafs ein ches Gemenge, mit Quecksilber gesperrt und 540 Meter ins Meer hinabgelassen, wo es einen 50fachen Luftdruck zuhalten hatte, unverändert blieb. Ja selbst, wenn ma

1 S. Statique chimique T. I. p. 304.
2 Schweigger's Journ. Th. I. S. 172.

Digitized by Google

er zugeschmolzenen Glasröhre, die mit zwei eingeschmolze- Platindrähten versehn ist und Salzsäure haltendes Wasser t einem Manometer enthält, das Wasser durch die Vol- che Säule zersetzt, wo das sich entwickelnde Gemenge aus erstoff- und Wasserstoffgas sich allmälig bis zu einer nung von 150 Atmosphären anhäuft, so tritt nach De- [1] keine Vereinigung ein, sondern die Röhre wird endlich sprengt. Auch heftiges Schütteln mit Quecksilber bewirkt t eine Verbindung dieses Gasgemenges; rasche Compres- in einer eisernen Röhre nach Biot [2] allerdings, aber diese wieder mit Temperaturerhöhung verknüpft. Wenn man ich dieses Gemenge in einer Röhre so langsam erhitzte, man nur immer wollte, und dadurch die successiven Aus- ungen und Zusammenpressungen fast ganz aufhöbe, so de dennoch in derselben höhern Temperatur die Vereini- g erfolgen, wie bei raschem Erhitzen. Es bliebe endlich obiger Annahme unerklärt, warum sich viele Gase schon gewöhnlicher Temperatur vereinigen, z. B. Salpetergas Sauerstoffgas, salzsaures und Ammoniakgas, hydriodsaures Ammoniakgas u. s. w. Hierbei ist es auffallend, dafs die ten der hier genannten Gase zu denjenigen gehören, wel- unten als einatomige werden bezeichnet werden und von chen man nach der atomistischen Ansicht annehmen mufs, in ihnen die einzelnen Atome gerade mit der gröfsten mesphäre umgeben sind.

Vor der Hand läfst sich daher nur sagen, dafs viele Stoffe h eine höhere Temperatur, ohne dafs dadurch ihre Affi- ten vergröfsert werden, in einen Zustand gelangen, in chem sich ihre Affinitäten am besten äufsern können, aber genügende Erklärung läfst sich bis jetzt nicht geben.

E. In einigen Fällen kann die Wirkung des *Lichtes* die höhern Temperatur ersetzen. Ein Gemenge von Wasser- - und Chlorgas bleibt bei gewöhnlicher Temperatur im keln unverändert; die Vereinigung zu salzsaurem Gas läfst sowohl durch Erhitzung nicht bis zum Glühpuncte, als h durch Licht, schon durch das blofse Tageslicht bewir- . Ein Gemenge von Kohlenoxyd- und Chlorgas wird

---

1 Poggendorff Ann. XXXVIII. 454.
2 G. XX. 99.

Digitized by Google

durch das Sonnenlicht unter Verdichtung auf die Hälft Phosgengas verwandelt; Glühhitze würde wahrscheinlich selbe bewirken. Verschiedene organische Substanzen neh den Sauerstoff der Luft und mehrerer Metalloxyde sowohl einer Erwärmung auf 100 bis 200° auf, als auch bei Ein kung des Sonnenlichts u. s. w.[1]

F. Auch die Elektricität begünstigt viele Verbindun Stärkere elektrische Schläge oder der Strom des Volta's Apparats, durch Streifen und Drähte von Metallen gel bewirken deren Verbrennung. Schwächere elektrische Sc und zum Theil schon Funken entzünden Schiefspulver, ther und Weingeist, elektrische Funken entzünden die menge von Sauerstoffgas mit Wasserstoffgas und vielen an brennbaren Gasen und von Chlorgas mit Wasserstoffgas, ein Gemenge von Sauerstoffgas und Stickgas wird durch haltend hindurchschlagende elektrische Funken bei Gegen von Wasser zu Salpetersäure verdichtet. In allen diesen len scheint die Feuerentwickelung, die bei der Verei der beiden Elektricitäten statt findet, die Verbindung z wirken, und somit reducirt sich die Wirkung der Elektr auf die der höhern Temperatur. Nur bei der Verbindung Sauerstoffs mit dem Stickstoff scheint diese Erklärung hinzureichen, denn ein Gemenge von Sauerstoffgas, Sti und Wasserdampf, durch eine noch so heftig glühende cellanröhre geleitet, bleibt unverändert. Daher möchte dem Durchschlagen elektrischer Funken durch ein solches gemenge auch die Compression in Anschlag zu bringen s welche einzelne Theile des Gemenges hierdurch erleiden; jeder Funke treibt eine kleine Menge Gas mit Schnellig vor sich her, macht es glühend und prefst es zugleich b zusammen, und so bewirken höhere Temperatur und D zugleich die Vereinigung.

G. Während der Druck nur durch Temperaturerhöh die Vereinigung zu befördern scheint, so giebt es dag mehrere Fälle, in welchen eine von durchaus keiner Tem raturerhöhung begleitete *Ausdehnung* diese Wirkung her bringt. Phosphor bleibt im Sauerstoffgas bei gewöhnlic Luftdrucke unter + 27° unverändert, erst bei 27° fäng

1 Vergl. *Licht, chemische Wirkungen.* Bd. VI. S. 303.

Digitized by

e, langsam darin zu verbrennen; diese langsame Verbrennung ligt er dagegen in verdünntem Sauerstoffgas schon bei einer edrigern Temperatur. Hierbei ist es merkwürdig, dafs die rdünnung des Sauerstoffgases nicht blofs durch Verminderung des äufsern Drucks bewirkt zu werden braucht, sondern ch Beimengung fremdartiger Gase, welche unter den gegenen Umständen weder auf den Sauerstoff noch auf den phor chemisch wirken, z. B. des Stickgases, Wasserstoff- u. s. w., zu dem unter dem gewöhnlichen Luftdrucke dlichen Sauerstoffgas denselben Erfolg hat, weil auch durch dasselbe in einen gröfsern Raum vertheilt wird[1]. mit hängt das Verhalten des nicht bei gewöhnlicher Tem- entzündlichen Phosphorwasserstoffgases[2] zusammen, es, wenn man es in einer mit Quecksilber gefüllten, fast ontal geneigten Röhre mit Sauerstoffgas mengt, sich erst entzündet und die Röhre zerschmettert, wenn man sie echt stellt, sofern die unter dem Gasgemenge befindliche ksilbersäule dasselbe ausdehnt. Die Erklärung dieser Erungen ist noch nicht gegeben.

8. Auch die Gegenwart eines mit grofser Oberfläche festen schweren Körpers, besonders eines Metalles, wirkt theils bei gewöhnlicher, theils bei wenig erhöhter peratur die Verbindung elastisch-flüssiger Stoffe, beson- des Sauerstoffes mit brennbaren Gasen und Dämpfen, die erst in der Glühhitze erfolgen würde. Diese Wirkung die unedlen Metalle weniger deutlich, als die edeln, sich mit zunehmender Temperatur ihre Oberfläche mit bedeckt, und von den edeln Metallen zeigt sie im sten Grade das Platin, vielleicht weil es das specifisch erste ist. In je vertheilterem Zustande das Metall dem gemenge dargeboten ist, je mehr hiermit die Berührungste vermehrt sind, desto stärker ist die Wirkung, daher sich bei Platinschwamm und Platinschwarz[3] am auffalsten zeigt. Es erfolgt dann auf der Oberfläche des Me- die Verbindung des Sauerstoffs mit dem brennbaren ffe; die hierdurch entwickelte Wärme erhöht die Tempe-

1 Vergl. *Phosphor*. Bd. VII. S. 475.
2 Ebendas. S. 479.
3 Vergl. *Platin*. Bd. VII. S. 590.

[illegible] des Metalls und damit seine Wirksamkeit, und so
[illegible] durch diese sich im Kreise steigernde Wechselwirkung
[illegible] glühend und veranlafst nun die rasche Verbrennung
[illegible] durch die Adhäsion des Metalls zu den Gase
[illegible] auf seiner Oberfläche verdichtet zu w
[illegible] ihrer Wärmesphären e
[illegible] Verbindung treten und sich ver
[illegible] die hierdurch entwickelte Wärme beschl
[illegible] immer mehr. Das Ausführlichere hierüber
[illegible] *Erzeugung derselben durch che*
[illegible] mitgetheilt werden.

[illegible] vorzüglich sehr elastische oder
[illegible] sich oft nur unter chemischer Mitw
[illegible] mit einander.

[illegible] besonders die Bildung chemischer V
[illegible] *Substitution*. Der eine der zu verbin
[illegible] befinden sich bereits in einer ande
[illegible] minder elastisch oder minder cohärent
[illegible] und aus welcher sie dann in die neu
[illegible] Stickgas und Wasserstoffgas sind d
[illegible] Ammoniak weder durch Erhitzung noch
[illegible] Man kann jedoch Ammoniak erhalten,
[illegible] mit feuchter Zinnfeile zusammenbringt,
[illegible] Wasser den Wasserstoff und aus dem Sti
[illegible] frei macht, die sich dann im Augenbli
[illegible] im *statu nascenti*, bevor sie noch Ga
[illegible] haben, zu Ammoniak vereinigen. Ebenso
[illegible] das Stickoxydgas gegen viele andere Stoffe u
[illegible] säure gegen das Zinn. So entsteht auch das A
[illegible] Erhitzen von salpetersaurem Kali mit Gummi,
[illegible] eres den Stickstoff, letzteres den Wasserstoff zur
[illegible] bildung liefert, und beim Glühen stickstoffhaltiger
[illegible] Verbindungen, in welchen bereits beide Elem
[illegible] in einer andern Verbindung, enthalten sind.

So erhält man Untersalpetersäure, indem man Ammo
[illegible] über glühenden Braunstein oder auch, mit Sauerst
[illegible] ngt, durch eine leere glühende Röhre leitet. Die V
[illegible] ungen des Stickstoffes mit Chlor, Iod, Schwefel
[illegible] lassen sich auf keine Weise direct aus Stickgas
[illegible] Stoffe darstellen; man läfst Chlor auf wässeri

aures Ammoniak und Iod auf wässeriges Ammoniak wir- man erhitzt die Verbindung von Chlorphosphor mit Am- ak, und man bringt Chlorschwefel mit Ammoniak zusam- , um diese Verbindungen zu erhalten. Das Iod läfst sich gasförmigem Sauerstoff auf keine Weise zu Iodsäure ver- gen, erhitzt man es aber mit concentrirter Salpetersäure, so weicht diese als salpetrige, indem ein Theil ihres Sauer- mit dem Iod, zu Iodsäure verbunden, zurückbleibt. erhält man beim Auflösen von Iod in wässerigem Kali Flüssigkeit, welche Iodsäure und Hydriodsäure an Kali nden enthält, indem sich ein Theil des Iods mit dem stoff, ein anderer mit dem Wasserstoff des Wassers ver- t. Bei diesem Processe kommt die prädisponirende Affini- unten) des Kalis zu diesen beiden Säuren, wodurch Bildung möglich wird, mit in Betracht. Die Bromsäure die Chlorsäure lassen sich weder aus ihren Bestandtheilen mensetzen, noch, wie die Iodsäure, durch Erhitzen des s oder Chlors mit Salpetersäure, sondern blofs nach dem angegebenen Procefs mit wässerigem Kali. Die Ver- ng des Wassers mit Sauerstoff zu Wasserstoffhyperoxyd man nicht aus Wasser und Sauerstoffgas, sondern durch mmenbringen von Wasser, Salzsäure und Baryumhyper- d, wobei sich die Salzsäure mit dem Baryt vereinigt und Wasser mit dem Sauerstoff, den das Baryumhyperoxyd geben hat, um zu Baryt zu werden. Wasserfreier Baryt mt die gasförmige Kohlensäure nicht auf, wasserhaltiger Leichtigkeit unter Freiwerden des Wassers. Krystallisirte nerde (Sapphir) und viele andere schwache Salzbasen im tallisirten oder geglühten Zustande lösen sich nicht in Salz- e; werden sie aber vorher mit Kali oder einer ähnlichen tern Salzbasis zusammengeglüht, womit sie eine Verbin- g eingehn, so werden sie darin löslich. Wäre wirklich Cohäsion der Alaunerde gröfser, als ihre Affinität zur Salz- e, so dürfte sich die Erde auch nach dem Glühen mit i nicht darin lösen, sondern müfste sich nach Entziehung Kalis durch die Salzsäure wieder unauflöslich ausscheiden. scheint nur die besondere Art der Zusammenfügung in ih- krystallinischen Zustande zu seyn, welche die Aeufserung Affinität der Salzsäure hindert. In andern Fällen ziehn Vereinigungsacte begriffene Stoffe andere, mit welchen sie

Digitized by Google

in Berührung sind, durch eine Art von Thätigkeitsmitthei ebenfalls in den Verbindungsprocefs, in welchen letzter sich nicht gerathen seyn würden. Verbrennt Wasserstoffg Sauerstoffgas und ist diesen Gasen etwas Stickgas beigem so entsteht neben dem Wasser eine Spur Salpetersäure, bei vorwaltendem Wasserstoffgas zugleich Ammoniak. kanntlich nehmen Zink und Nickel, mit verdünnter Schw säure in Berührung, den Sauerstoff des Wassers auf, ent keln Wasserstoffgas und lösen sich als Oxyd in der S Kupfer für sich thut dieses nicht, aber seine Legirung mit und Nickel, das Argentan, löst sich völlig in verdün Schwefelsäure. Die beiden letztern, sich durch das W oxydirenden Metalle veranlassen daher auch das Kupfer, Sauerstoff desselben aufzunehmen. Ebenso ist das Plati sich in Salpetersäure unauflöslich; aber mit Silber legirt, ches so leicht darin löslich ist, löst es sich ebenfalls. S ein Gemenge von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas mit fe ten organischen Körpern in Berührung, welche, in e Selbstentmischungsprocesse begriffen, Sauerstoff aus der U gebung aufnehmen und Kohlensäure bilden, so wird Th. Saussure durch diesen langsamen Verbrennungspr der Wasserstoff des Gasgemenges veranlafst, sich ebenfalls dem Sauerstoff zu vereinigen, und das Gasgemenge versch det. Befinden sich stickstoffhaltige organische Verbindun an der Luft in einer solchen Selbstentmischung, wobei ihr Kohlenstoff und Wasserstoff mit dem Sauerstoff der L allmälig vereinigt, so vereinigt sich auch der hierbei frei w dende Stickstoff im Moment seines Freiwerdens, besonders Gegenwart einer Salzbasis, mit dem Sauerstoff der Luft Salpetersäure. In diesem Falle, auf welchem die gewöhnli Salpetererzeugung beruht, kommt zugleich auch der *sta nascens* des Stickstoffs in Betracht.

2) Umstände und Erfolge der chemischen Ve bindung.

Alles, was in dieser Hinsicht über die Verbindung wägbarer Stoffe unter einander und mit wägbaren zu sa wäre, kommt in den die unwägbaren Stoffe abhandelnd

Digitized by Google

ikeln vor, daher blofs die Verbindungen der wägbaren fe hier einer Betrachtung bedürfen.

Entwickelung oder Verschluckung unwägbarer Stoffe bei der Verbindung der wägbaren.

Alle chemische Verbindungen wägbarer Stoffe sind mit r Aenderung der Temperatur verbunden.

In den meisten Fällen zeigt sich eine *Temperaturerhöig*, die je nach der Natur der Stoffe bald nur Bruchtheile n Grades beträgt, bald zu dem höchsten bekannten Hitze steigt und, sobald sie bedeutender ist, von Lichtwickelung begleitet erscheint. Da diese Wärmeentwickeg im Art. *Wärme* ausführlicher abgehandelt wird, so möi hier folgende Andeutungen genügen. Die Wärmeentwickeg ist in der Regel um so bedeutender, je gröfser die Affität der sich verbindenden Stoffe ist, und da die einfachen Stoffe gröfste Affinität zu einander zeigen, so entwickeln sie bei ihrer Verbindung auch das stärkste Feuer, z. B. Sauerstoff und Kohle, Phosphor, Schwefel, Metalle, Chlor und Metalle. i der Verbindung zusammengesetzter Stoffe steigt die Wärmeentwickelung nur selten, wie bei Vitriolöl und Bittererde, zur Glühhitze.

Diese Wärmeentwickelung läfst sich aus der etwa veränderten Wärmecapacität der neuen Verbindung, so wie aus m Freiwerden der Flüssigkeitswärme, wenn gasförmige Stoffe ste Verbindungen bilden, z. B. Sauerstoffgas mit Phosphor r Phosphorsäure, keineswegs genügend erklären. Denn es den sich viele Verbindungen, z. B. die des Sauerstoffes mit m Wasserstoff zu Wasser, unter starker Feuerentwickelung, lche Verbindungen eine gröfsere Wärmecapacität besitzen, das durch Berechnung gefundene Mittel der Wärmecapaiten ihrer Bestandtheile beträgt. Ebenso giebt es viele mit uer verknüpfte Vereinigungen, bei welchen keine Verdichng einer Gasart vor sich geht oder bei welchen sogar aus sten Körpern Gasarten gebildet werden. So verbrennt der Kohlenstoff im Sauerstoffgas zu kohlensaurem Gas, welches asselbe Volumen besitzt, wie vorher das Sauerstoffgas, und

Digitized by Google

lösung eine Zeit von Tagen und Wochen, weil die n Verbindung specifisch schwerer als Wasser ist, sich über noch nicht gelösten Theil des Salzes lagert und so die rührung desselben mit dem übrigen Wasser hindert. selbe Salz, in einem Netze oder Trichter im obern Theil Wassers schwebend, löst sich in kurzer Zeit, weil die bindung, so wie sie entsteht, herabsinkt und neue Me von Wasser zum Salze treten läfst. Ebenso verhält es mit der Absorption gasförmiger Stoffe durch Wasser. L man Ammoniakgas in ein Gefäfs über das Wasser, so wandelt sich blofs die obere Schicht desselben in wässe Ammoniak, welches, da es leichter als Wasser ist, eine Sc dewand zwischen dem Gase und dem unten befindlichen W ser bildet. Dagegen erfolgt die Absorption äufserst rasch, w man das Ammoniakgas mittelst einer Röhre auf den Bo des Gefäfses leitet, weil die sich bildende Verbindung in Höhe steigt, so dafs immer wieder frisches Wasser mit eintretenden Ammoniakgas in Berührung kommt. Salz Gas, auf die Oberfläche des Wassers geleitet, wird da rasch absorbirt, weil die Verbindung schwerer ist, als Wa daher niedersinkt und frisches Wasser an die Oberfläche ten läfst.

b) *Bei verschiedenen Stoffen* ist wohl anzunehmen, je gröfser die Kraft ist, vermöge welcher sie sich zu ver gen streben, oder die Affinität, um so rascher auch übrigens gleichen Umständen die Verbindung erfolgen w Allein da den verschiedenen Stoffen ein verschiedener von Cohäsion zukommt, welche die Affinitätsäufserung schwert, so erleidet obiges Gesetz in der Erfahrung be tende Ausnahmen. So verbrennt der cohärentere Kohlen langsamer, als der Schwefel, wiewohl seine Affinität zum Sa stoff viel gröfser ist. Auch die Natur der sich bildenden bindung hat Einflufs, weil sie um so weniger ausweicht weniger flüssig sie ist. Hierin liegt ohne Zweifel der Gr der schwierigen Verbindung des Zinks mit Schwefel; d der Schmelzpunct des Schwefelzinks liegt weit über dem S puncte des Schwefels, daher, sobald das Zink mit einer Kr Schwefelzink bedeckt ist, der übrige Schwefel unver dampft. Zwei tropfbare Flüssigkeiten mischen Schütteln, sehr langsam in der Ruhe, wenn sie läfst.

Digitized by Google

schiedenes specifisches Gewicht besitzen, wo sie sich über ander lagern. Am schnellsten erfolgt die Verbindung gasiger Stoffe wegen ihrer leichten Vertheilbarkeit durch einder. Sauerstoffgas und Wasserstoffgas z. B. mengen sich chförmig, und leitet man nun in einem Puncte des Gemenges, z. B. durch einen elektrischen Funken, die Verbindung ein, so pflanzt sie sich fast augenblicklich durch das ganze Gasgemenge fort. Die Vereinigung erfolgt daher bei schiedenen Stoffen um so rascher, je größer ihre Affinität, geringer ihre Cohäsion, je leichter sie durch einander verilbar sind, je weniger sie im specifischen Gewicht differiund je flüssiger die neue Verbindung ist.

C. Relative Menge, nach welcher sich die Stoffe vereinigen.

Mit der Betrachtung dieses wichtigen Gegenstandes beäftigt sich die *Stöchiometrie*, *chemische Meſskunst*, *chemi-Proportionenlehre* oder *Lehre von den chemischen Aequivalenten*.

Die wägbaren Stoffe haben ein Bestreben, sich nach bemmten Verhältnissen zu vereinigen, welches sich um so ulicher zeigt, je einfacher sie sind und je gröſser ihre wechseitige Affinität ist. In Hinsicht der relativen Menge, wo die Verbindung möglich ist, sind folgende Fälle zu unscheiden.

1) Zwei Stoffe mischen sich nach jedem beliebigen Verhältnisse und bei keinem Verhältnisse zeigt die Verbindung gezeichnete Merkmale. Dieses kommt am häufigsten vor, nn beide Stoffe tropfbar-flüssig sind, z. B. Wasser und Weingeist, Weingeist und Aether, Aether und flüchtige Oele.

2) Ein Stoff A kann zwar die gröſsten Mengen vom ff B aufnehmen, aber der Stoff B nimmt nichts mehr von auf, sobald er mit einer bestimmten Menge desselben verbunden ist. So läſst sich ein Theil Leinöl mit 40, 100, 1000 und mehr Theilen absoluten Weingeists mischen, aber wenn ungefähr 30 Theile Weingeist einen Theil Oel aufgenommen haben, so bleibt alles übrige Oel ungelöst und liefert beim Schütteln ein milchiges Gemenge. Ebenso verhalten sich

Digitized by Google

flüchtige Oele gegen wasserhaltigen Weingeist. Es lassen si
ferner 10 Theile Kochsalz mit so viel Wasser, als man w
wenn es nur mehr als 27 Theile beträgt, zu einer klaren A
lösung mischen; fügt man dagegen zu 27 Theilen Wasser n
und nach Kochsalz, so lösen sich die ersten Antheile v
ständig auf, sind aber 10 Theile Kochsalz vom Wasser a
genommen, so bleibt alles übrige ungelöst. Man sagt d
das Wasser ist mit Kochsalz *gesättigt*, es ist der *Sättigu*
punct oder *Saturationspunct* eingetreten, es ist eine *gesätt*
oder *saturirte* Auflösung erhalten worden. Ganz ähnlich v
halten sich Wasser, Weingeist, Aether u. s. w. gegen v
schiedene Salze und andere feste Körper, so wie gegen G
arten[1].

In den meisten dieser Fälle ist der Sättigungspunct n
fest, sondern nach äufsern Umständen veränderlich. Meist
lösen die tropfbaren Flüssigkeiten von den festen Körpern
so mehr, je höher die Temperatur ist, wohl durch Schwäch
der der Affinität entgegenwirkenden Cohäsion, und sie n
men um so mehr Gas auf, je niedriger die Temperatur u
stärker der äufsere Druck ist, wodurch die Elasticität gesch
wird. Doch zeigen sich einige Ausnahmen: 10 Theile Ko
salz brauchen zur Auflösung 27 Theile Wasser, welche Te
peratur dieses auch besitze; der Kalk und einige Salze d
selben lösen sich in heifsem Wasser gerade minder reichl
als in kaltem; die Löslichkeit des schwefelsauren Natrons
Wasser nimmt beim Erwärmen von 0 bis 33° in hohem G
de zu, nimmt aber dann mit höher steigender Temper
wieder ab, so dafs aus dem bei 33° gesättigten Wasser b
Erhitzen sich ein Theil des gelösten Salzes wieder aussch
det. Nicht blofs die Temperatur, sondern auch der äuf
Druck scheint auf den Sättigungspunct auch bei nicht gasf
migen Stoffen einzufliefsen. Als Perkins[2] Weingeist m
mehr Bergamottenöl versetzte, als er aufzulösen vermochte, u
dieses milchige Gemisch einem Drucke von 1100 Atmosph
aussetzte, wurde es durch Auflösung des übrigen Oels vö
klar. Es ist nicht angegeben, ob sich das Oel beim Aufheb
dieses Drucks wieder ausschied.

---

1 Vergl. *Absorption.* Bd. I. S. 40.

2 S. Schweigger's Journ. Th. XXXIX. S. 361.

Digitized by Google

Beim Wasser und Aether zeigt sich noch folgendes eigen-
mliche Verhältnifs. Schüttelt man dieselben zu gleichen
ilen zusammen, so scheiden sie sich in der Ruhe in zwei
ichten ab; die untere ist Wasser, mit $\frac{1}{10}$ Aether gesättigt,
mit jeder beliebigen Wassermenge versetzt werden kann;
obere ist Aether, der eine kleine Menge Wasser gelöst
und mit Aether nach allen Verhältnissen mischbar ist.

3) Zwei Stoffe sättigen sich wechselseitig, d. h. hat der
f A eine bestimmte Menge vom Stoff B aufgenommen, so
mag er sich nicht mit noch mehr B zu vereinigen, und
so vermag B nur eine gewisse Menge von A aufzuneh-
und alles noch weiter zugefügte A bleibt unverbunden.
verhält es sich überall, wo die Stoffe gröfsere Affinität
einander äufsern. Die Sättigungspuncte sind hier fest,
sich wenigstens nicht durch geringe Verschiedenheiten
Temperatur und des äufsern Druckes. Hierbei zeigen sich
rade Fälle.

a) Der Stoff A ist bei demselben Verhältnisse mit dem
B gesättigt, wie B mit A, oder, mit andern Worten,
beiden Stoffe sind nur nach einem einzigen Verhältnisse
ander verbindbar. Bringt man z. B. zu 35,4 Gewichts-
Chlorgas 1 Theil Wasserstoffgas, so vereinigen sich
beim Einwirken des Lichts oder der Hitze zu salzsau-
Gase; hält aber das Gemenge entweder mehr als 35,4
oder mehr als 1 Wasserstoffgas, so bleibt nach der Bil-
der Salzsäure das im Ueberschufs zugefügte Gas unver-
den, und bis jetzt wenigstens ist kein Mittel bekannt, eine
bindung dieser beiden Stoffe nach einem andern als dem
gebenen Verhältnisse zu erhalten.

b) Die beiden Stoffe haben zwei verschiedene Sättigungs-
cte, aber nach einem andern Verhältnisse, als nach den
den, nach welchen die Sättigung erfolgt, ist keine Ver-
dung möglich oder die zwei Stoffe sind mit einander nur
zwei Verhältnissen verbindbar. So nehmen 6 Theile Koh-
stoff im Kohlenoxyd 8 und in der Kohlensäure 16 Theile
erstoff auf. Im Kohlenoxyd ist der Sauerstoff mit Kohlen-
ff gesättigt, denn diese Verbindung, mit mehr Kohlenstoff
ammengebracht, unter welchen Umständen es auch sey,
mt nicht mehr von ihm auf; andererseits ist in der Kohlen-
re der Kohlenstoff mit Sauerstoff gesättigt, sie vermag nicht

Digitized by Google

noch mehr Kohlenstoff aufzunehmen. Es lassen sich fe keine in der Mitte stehenden Verbindungen beider Stoffe halten, die z. B. auf 6 Kohlenstoff mehr als 8 und we als 16 Sauerstoff enthielten, und noch weniger findet ein mäliger Uebergang von der Verbindung im Minimum Sauerstoffes, dem Kohlenoxyd, zu der im Maximum, Kohlensäure statt. Man kann allerdings Kohlenoxyd und k lensaures Gas nach jedem beliebigen Verhältnisse zusamm bringen und so ein Gas erhalten, welches mehr Sauers als ersteres, weniger als letzteres enthält, dieses ist aber als ein Gemenge beider Gase zu betrachten, nicht als eine der Mitte stehende chemische Verbindung; denn jede Mate die das freie kohlensaure Gas aufnimmt, wie Salzbasen, zieht es auch diesem Gemenge und läfst reines Kohlenox gas zurück. Dasselbe Gemenge erhält man, wenn man k lensaures Gas über eine kleine Menge glühenden Eisens le während ein Ueberschufs desselben der Kohlensäure die H ihres Sauerstoffes entzieht, so dafs gerade Kohlenoxyd zu bleibt. Es bilden ferner 35,4 Chlor mit 101,4 Quecksilber Quecksilbersublimat und mit 202,8 Quecksilber das Kal und eine Verbindung, welche auf 35,4 Chlor mehr als 10 und weniger als 202,8 Quecksilber enthielte, würde als Gemenge von Sublimat und Kalomel zu betrachten seyn ersteren an Wasser, Weingeist oder Aether, die ihn sen, abtreten, während das darin unlösliche Kalomel zur bliebe.

c) Zwischen den zwei verschiedenen Sättigungspun nach welchen sich zwei Stoffe vereinigen, sind noch 1, oder 3 andere Verbindungen möglich, oder zwei St sind nach 3, 4 oder 5 bestimmten Verhältnissen mit einan verbindbar. Auch hier findet kein allmäliger Uebergang von Verbindung im Minimum zu der im Maximum statt, sond ein sprungweiser von der einen charakterisirten Verbind zur andern. So bildet der Phosphor, wenn man das problematische rothe Phosphoroxyd unbeachtet läfst, mit d Sauerstoff drei Verbindungen: es bilden 31,4 Phosphor mit Sauerstoff die unterphosphorige, mit 24 Sauerstoff die ph phorige und mit 40 die Phosphorsäure. Jede dieser Säu bildet mit Salzbasen eigenthümliche Salze. Hätte man da auch ein wässeriges Gemisch, in welchem 31,4 Phosphor m

ehr als 8 und mit weniger als 24 Sauerstoff verbunden gebden würde, so würde es, mit Barytwasser zusammengeacht, ein fast unlösliches Salz fallen lassen, welches Baryt Verbindung mit phosphoriger Säure enthielte, und in der üssigkeit würde sich die Verbindung des Baryts mit unterphosphoriger Säure vorfinden. Ebenso ist die durch langsame rbrennung des Phosphors entstandene syrupartige Flüssigeit, die neben etwas Wasser auf 31,4 Phosphor mehr als 24 d weniger als 40 Sauerstoff enthält, als ein Gemisch von osphoriger und Phosphorsäure zu betrachten; denn aufserm, dafs sie keine ausgezeichneten Charaktere besitzt, liefert mit Natron gesättigt und abgedampft, zweierlei Krystalle, denen sich die eine Art wie phosphorigsaures, die andere phosphorsaures Natron verhält. Beim Schwefel sind 4 rbindungen mit Sauerstoff bekannt: 16 Schwefel erzeugen 8 Sauerstoff die unterschweflige, mit 16 die schweflige, 20 die Unterschwefel- und mit 24 Sauerstoff die Schwefelsäure, und auch hier zeigt sich kein allmäliger Uebergang; wenn auch zwei dieser Säuren zugleich im Wasser geseyn und somit eine scheinbare Zwischenstufe der Verbindung darstellen können, so lassen sie sich dadurch, , dafs keinen eigenthümlichen Charakter besitzen, sondern nur Charaktere der zwei Säuren, aus denen sie gemischt sind, durch ihr Verhalten gegen Salzbasen leicht als ein solches Gemisch erweisen. Ferner bilden 14 Stickstoff mit Sauerstoff das Stickoxydul, mit 16 das Stickoxyd, mit 24 salpetrige, mit 32 die Untersalpeter- und mit 40 Sauerf die Salpetersäure. Diese 5 Verbindungen sind alle scharf rakterisirt. Ein Gas, welches auf 14 Stickstoff mehr als und weniger als 16 Sauerstoff enthielte, würde sich als ein menge von Stickoxydul und Stickoxydgas erweisen, welletztere sowohl durch Schütteln mit Eisenvitriollösung ogen, als auch durch behutsamen Zusatz von Sauerstoff bei Gegenwart von Wasser zu Salpetersäure verdichtet rden könnte, während das Stickoxydulgas unverändert zurückbliebe. Die salpetrige Säure und die Salpetersäure sind ch die eigenthümlichen Salze, die sie bilden, charakteri Nur die Eigenthümlichkeit der Untersalpetersäure kann Zweifel gezogen werden; denn sie liefert, mit Salzbasen sammengebracht, keine besondern Salze, sondern ein Ge-

Digitized by Google

misch aus salpetrigsauren und salpetersauren Salzen, und daher zum Theil als eine lose Verbindung von salpetr und Salpetersäure betrachtet, ebenso wie die durch langsa Verbrennen des Phosphors entstandene Säure nach Obige ein in Wasser gelöstes Gemisch von phosphoriger und P phorsäure angesehn wird. Allein folgende Umstände spre für die Eigenthümlichkeit der Untersalpetersäure. Die s trige Säure ist blau, die Salpetersäure, wenigstens im wa haltenden Zustande, farblos, die Untersalpetersäure pome zengelb. Nach welchem Verhältnisse ferner auch das St oxydgas mit Sauerstoffgas bei gewöhnlicher Temperatur Abwesenheit von Wasser zusammengebracht wird, so ent immer der gelbrothe Dampf der Untersalpetersäure und etwa vorhandene Ueberschufs von Stickoxydgas oder Sa stoffgas bleibt unverbunden. Auch bei Ueberschufs von St oxydgas entsteht keine salpetrige Säure. Obiges Gemisch phosphoriger und Phosphorsäure existirt ferner nur in wässerigen Lösung, die Untersalpetersäure dagegen gan sich. Endlich ist die Leichtigkeit zu beachten, mit wel sich je nach äufsern Umständen der Sauerstoff ungleich den Stickstoff vertheilt; ohne Zweifel, weil die Affinit Salzbasen zur Salpetersäure, als der stärkern, gröfser ist, zur Untersalpetersäure, wird der Sauerstoff beim Einwi der Salzbasen auf die Untersalpetersäure veranlafst, sich gleich zu vertheilen und somit Salpetersäure und salpetrige S zu bilden. In mehreren andern Fällen kann man zwis zwei bestimmt charakterisirten Verbindungen liegende Ver dungen als lose Gemische der erstern betrachten. Erhitzt 103,8 Blei an der Luft unter Umrühren bis zum Schmel so lange es an Gewicht zunimmt, so zieht es allmäl Sauerstoff aus der Luft an und wird zu gelbem Bleioxyd; ses wird, bei sehr dunkler Glühhitze längere Zeit der Luft geboten, unter Aufnahme von noch $2\frac{2}{3}$ Sauerstoff zu rot Bleioxyd; behandelt man dieses mit verdünnter Salpeters so nimmt diese daraus gelbes Bleioxyd auf und läfst das b ne Bleioxyd ungelöst, in welchem 103,8 Blei mit 16 Sa stoff verbunden sind. Man kann hiernach das rothe O betrachten entweder als eine unmittelbare Verbindung 103,8 Blei mit $10\frac{2}{3}$ Sauerstoff, oder mit gröfserer Wahrsch lichkeit als eine Verbindung zweiter Ordnung, nämlich

lben Bleioxyds mit dem braunen, in dem Verhältnisse, dafs darin enthaltene gelbe Oxyd ebenso viel Sauerstoff enthält, das darin enthaltene braune; denn (207,6 Blei + 16 erstoff) + (103,8 Blei + 16 Sauerstoff) = (311,4 Blei + 32 rstoff), und dieses mit 3 dividirt giebt 103,8 Blei auf Sauerstoff oder die Zusammensetzung des rothen Oxyds. ich verhält es sich mit den Oxyden des Eisens. 27,2 bilden mit 8 Sauerstoff das Eisenoxydul und mit 12 das oxyd; zwischen diesen beiden Sättigungspuncten liegt glich der durch seine Krystallisation als eigenthümlich zeichnete Magneteisenstein, welcher auf 27,2 Eisen $10\frac{2}{3}$ auf 3.27,2 Eisen 4.8 Sauerstoff enthält. Wird sein Pulver mit einer unzureichenden Menge von Salzsäure delt, welche eine viel gröfsere Affinität zum Eisenoxy- als zum Eisenoxyd hat, so zieht sie ersteres aus und letzteres als rothes Pulver zurück. Hiernach ist der eteisenstein mit Wahrscheinlichkeit als eine lose Verbin- von Eisenoxydul und Eisenoxyd in dem Verhältnifs zu achten, dafs letzteres 3mal so viel Sauerstoff enthält, als , denn (27,2 Eisen + 8 Sauerstoff) + (54,4 Eisen 24 Sauerstoff) = (81,6 Eisen + 32 Sauerstoff), was mit 3 dirt 27,2 Eisen auf $10\frac{2}{3}$ Sauerstoff oder die Zusammen- ng des Magneteisensteins giebt.

Wie man aber auch dergleichen intermediäre Verbindun- betrachten möge, ob als Verbindungen der ersten oder zweiten Ordnung, so steht so viel fest, dafs der Ueber- von dem einen Sättigungspunct zum andern kein allmä- ist, sondern ein sprungweiser, so dafs entweder gar Verbindung zwischen ihnen liegt, oder nur einige we- , bestimmt charakterisirte.

Bei den unter 3, a, b und c betrachteten innigen, nach festen Verhältnisse statt findenden oder proportionirten bindungen, welche vorzugsweise in das Gebiet der Stö- metrie gehören, sind folgende zwei wichtige Gesetze aufge- n worden, welche vor der Hand blofs in Bezug auf die bindungen der einfachen Stoffe betrachtet werden sollen.

Erstes Gesetz, für dieselben zwei Stoffe.

Wenn sich A mit B nach verschiedenen Verhältnissen nigt, so hat man die geringste Menge von B, welche eine

bestimmte Menge von A aufzunehmen vermag, zu multipli-
ren entweder mit $1\frac{1}{3}$, oder mit $1\frac{1}{2}$, oder mit 2, oder mit
oder mit 3, 4, 5 oder einer andern ganzen Zahl, um
übrigen Mengen von B zu finden, welche etwa mit jen
stimmten Menge von A vereinbar sind. Um bei den an
führten Beispielen zu bleiben, so nehmen 6 Kohlenst
und 16 Sauerstoff auf (= 1:2), 31,4 Phosphor 8, 24 und
Sauerstoff (= 1:3:5), 14 Stickstoff 8, 16, 24, 32 und
Sauerstoff (= 1:2:3:4:5). So verbinden sich 27,2 E
mit 8, mit $10\frac{2}{3}$ und mit 12 Sauerstoff (= 1 : $1\frac{1}{3}$: $1\frac{1}{2}$), I
Blei mit 8, mit $10\frac{2}{3}$ und mit 16 Sauerstoff (= 1 : $1\frac{1}{3}$: 2).

Durch dieses von Berzelius entdeckte Gesetz wird
Versuch der Controle durch die Berechnung fähig; hätte
z. B. durch den Versuch gefunden, dafs 6 Kohlenstoff
Kohlenoxyd mit 8 und in der Kohlensäure mit 15,5 Sa
stoff verbunden sind, so würde man, weil durch die M
plication von 8 mit $1\frac{1}{3}$, $1\frac{1}{2}$ u. s. w. nicht die Zahl 15
halten werden kann, annehmen dürfen, dafs der Versuch
weder die Zusammensetzung des Kohlenoxyds oder der K
lensäure oder beide nicht ganz richtig angegeben habe.

Zweites Gesetz, für verschiedene Stoffe.

Aus dem Verhältnifs, nach welchem sich A einerseits
B, andrerseits mit C verbindet, läfst sich das Verhältnifs
rechnen, nach welchem eine Verbindung zwischen B und
möglich ist. Ergiebt z. B. der Versuch, dafs sich 1 Thei
verbindet mit 3 Theilen B und wieder mit 8 Theilen C, so
sich B und C entweder in dem Verhältnisse von 3 B mit
verbinden, oder in einem solchen, wo entweder die
mit einer der folgenden Zahlen multiplicirt sind: $1\frac{1}{3}$, 1
$2\frac{1}{2}$, 3, 4, 5 u. s. w., oder die 8 C mit einer derselben,
auch einerseits die 3 B, andrerseits die 8 C mit einer dersel
die bei beiden eine verschiedene seyn kann. Wie mit d
3 Stoffen, so verhält es sich mit allen übrigen, und wenn
her 1 A sich verbindbar zeigt mit 3 B, 8 C, 10 D, 12 E u. s.
so wird sich B mit C, D oder E verbinden, entweder in
Verhältnisse von 3:8, von 3:10, von 3:12, oder eine di
Zahlen, oder auch jede derselben, mufs mit einer Zahl aus
ger Zahlenreihe multiplicirt werden, um das Verhältnifs zu fin

Digitized by Google

eispiel möge dieses Gesetz erläutern: 16 Schwefel verbin-
ich mit 103,4 Blei zu Schwefelblei, mit 24 Sauerstoff zu
felsäure, mit 1 Wasserstoff zu Hydrothionsäure, mit 3 Koh-
ff zu Schwefelkohlenstoff, mit 13,6 Eisen zu Schwefeleisen,
s als Schwefelkies vorkommt. Hieraus ergeben sich bei
erbindungen von Blei, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlen-
nd Eisen unter einander folgende Verhältnisse. Im gel-
leioxyd kommen nach der Erfahrung auf 103,4 Blei 8
toff; es sind daher die 103,4 Blei mit 3 zu multipliciren,
richtige Verhältnifs zu erhalten (3.103,8 : 24 = 103,8 : 8).
uerstoff verbindet sich mit dem Wasserstoff zu Wasser
s Verhältnifs von 8 : 1; also auch die 1 des Wasserstof-
mit 3 zu multipliciren (24 : 3.1 = 8 : 1). Das Koh-
d hält 8 Sauerstoff auf 6 Kohlenstoff; dieses macht auf
erstoff 18 Kohlenstoff, daher obige 3 des Kohlenstof-
t 6 zu multipliciren sind. Die Kohlensäure hält auf 16
toff 6 Kohlenstoff, also auf 24 Sauerstoff 9 Kohlenstoff,
hier die 3 des Kohlenstoffes zu verdreifachen sind. Im Ei-
rdul sind 8 Sauerstoff mit 27,2 Eisen verbunden, wel-
uf 24 Sauerstoff 3.27,2 Eisen oder 6.13,6 macht. Im
xyd kommen 12 Sauerstoff auf 27,2 oder 24 auf 2.27,2
, daher die obige Zahl des Eisens = 13,6 hier mit 4
rt werden mufs. Im Magneteisenstein kommen $10\frac{2}{3}$
toff auf 27,2 Eisen, also 24 Sauerstoff auf 61,2 oder 48
toff auf 122,4 Eisen. Hier sind also die 24 des Sauer-
mit 2 und die 13,6 Eisen mit 9 zu vermehren, um
Zahlen zu erhalten. Bei diesem Beispiele ist willkürlich
chwefel als dem Stoffe A ausgegangen worden, ebenso
an aber jeden andern Stoff zum Ausgangspunct nehmen.
us diesen beiden Gesetzen ergiebt es sich, dafs jedem
nte ein bestimmtes relatives Gewicht zukommt, nach
m es sich mit den bestimmten relativen Gewichten der
n Elemente vereinigt, nur dafs in vielen Fällen dieses
e Gewicht mit einer Zahl aus der öfters mitgetheilten
reihe multiplicirt werden mufs. Dieses bestimmte rela-
ewicht der Stoffe heifst bei denjenigen, welche die ato-
che Ansicht vorziehn, das *Atomgewicht*, bei denjeni-
welche diese Ansicht noch nicht für hinreichend begrün-
lten oder verwerfen, das *Mischungsgewicht*, das *che-
e Gewicht*, das *chemische Aequivalent*, das *Gewichts-*

verhältnifs, das *stöchiometrische Verhältnifs* oder die *chiometrische Zahl.*

Wie es sich aber auch mit der Richtigkeit der atom schen Hypothese verhalten möge, so gewährt sie jed sowohl die deutlichste Einsicht in diese beiden Gesetze, auch die genügendste ursachliche Erklärung. Man nimmt lich hierbei an, das Gewicht und die Gröfse der Atome und desselben Elementes seyen genau dieselben, während bei den Atomen verschiedener Elemente verschieden grofs können. Ferner nimmt man an, dafs bei der chemischen bindung die heterogenen Atome sich unmittelbar an ein lagern und so zusammengesetzte Atome bilden, welche, einer Masse zusammengehäuft, die neue Verbindung co tuiren. Endlich, dafs die Atome Neigung haben, sich einfachen Zahlenverhältnissen zu vereinigen. Z. B. 1 Atom mit 1, 2, 3 oder mehreren Atomen B, 2 Atome A m oder 5 Atomen B und 3 Atome A mit 4 Atomen B. (In meist unter Mitwirkung der Lebenskraft erzeugten organi Verbindungen kommen allerdings noch viel complicirtere hältnisse vor.)

Wenden wir diese atomistische Ansicht auf die zur Er terung des ersten Gesetzes gegebenen Beispiele an, so läfst annehmen, dafs, wenn das Gewicht eines Atomes Kohlensto gesetzt wird, das des Sauerstoffatoms 8 beträgt, und da Kohlenoxyd 6 Theile Kohlenstoff auf 8, in der Kohle auf 16 Theile Sauerstoff kommen, so wäre das Kohle als eine Verbindung von je 1 Atom Kohlenstoff mit je 1 A Sauerstoff und die Kohlensäure als eine Verbindung von 1 Atom Kohlenstoff mit je 2 Atomen Sauerstoff zu betrac Wird das Atomgewicht des Sauerstoffes hiernach = 8 a nommen, so könnte man das des Eisens zu 27,2 setzen sagen, das Eisenoxydul (8 Sauerstoff auf 27,2 Eisen) von jedem Element 1 Atom, das Eisenoxyd (12 Sauerstoff 27,2 Eisen, oder 24 auf 54,4) halte 3 Atome Sauerstoff Atome Eisen und der Magneteisenstein ($10\frac{2}{3}$ Sauerstoff auf Eisen oder 32 auf 81,6) halte 4 Atome Sauerstoff auf Eisen. Ebenso wäre 1 Atom Blei = 103,8 im gelben B oxyd mit 1, im braunen mit 2 Atomen Sauerstoff verbun und im rothen kämen wieder 4 Atome Sauerstoff auf 3 Ato Blei. Endlich wäre 1 Atom Stickstoff mit 1, 2, 3, 4 und

Digitized by Google

n Sauerstoff verbindbar. Somit erklärt es sich, warum ie kleinste Menge von B nur mit einfachen Zahlen zu hren braucht, um die übrigen Verhältnisse zu finden; a A nimmt bald 1, bald 2 oder mehr Atome von B auf, ist nur Vermehrung mit ganzen Zahlen nöthig, oder se A nehmen bald 3, bald 5 Atome B auf, daher Mulion mit $1\frac{1}{2}$ und mit $2\frac{1}{2}$, oder 3 Atome A verbinden sich B, daher Multiplication mit $1\frac{1}{3}$.

i Anwendung dieser atomistischen Ansicht auf das zweite ergiebt sich Folgendes. Wenn die Erfahrung zeigt, dafs Theil A mit 3 Theilen B und mit 8 Theilen C verso verhält sich unter der Voraussetzung, dafs in diebindungen 1 Atom A mit 1 Atom B oder mit 1 Atom amentritt, das Atomgewicht von A zu B zu C = 1 : 3 : 8. ch in diesen Verbindungen auch 1 Atom A mit 2, 3, 4 ehr B oder C vereinigt seyn kann, oder 2 Atome A oder 5 Atomen B oder C, oder 3 Atome A mit 4 B oder C, oder auch umgekehrt 1 Atom B oder C mit nd mehr Atomen A u. s. w., und da endlich auch B nicht immer gerade nach einer gleichen Anzahl der mit einander verbindbar sind, sondern nach einem der angegebenen Verhältnisse, so wird es oft nöthig, die le B, oder die 8 Theile C, oder auch beide mit einer der öfters mitgetheilten Reihe enthaltenen Zahlen zu ciren, um das Gewichtsverhältnifs zu erhalten, nach a sich B mit C vereinigt.

n dem *absoluten* Gewicht der Atome, welches auf jel äufserst klein ist, kann man nichts wissen. Blofs wichtsverhältnifs der Atome der verschiedenen Stoffe nder läfst sich aus dem Gewichtsverhältnisse, nach welch die Stoffe vereinigen, mit einiger Wahrscheinlichtimmen. Dieses *relative Atomgewicht* läfst sich aufindem man willkürlich dem Atomgewicht irgend eines eine bestimmte Zahl ertheilt, untersucht, nach welchen tsverhältnissen sich dieser mit den übrigen Stoffen verund hiernach die relativen Atomgewichte dieser be-

erbei sind die Chemiker von zwei verschiedenen Puncten ngen. Da die Erfahrung zeigt, dafs das Atomgewicht

des Wasserstoffes von allen das kleinste ist, so haben dieses = 1 gesetzt und hiernach die Atomgewichte der gen Stoffe berechnet. Da andererseits kein Stoff so viel bindungen eingeht, wie der Sauerstoff, so zieht es LIUS mit der Mehrzahl der Chemiker vor, das Atomg des Sauerstoffes = 100 anzunehmen. Für die erste stimmungsweise spricht, dafs die Zahlen, durch welch Atomgewichte der übrigen Stoffe ausgedrückt werden, um als eine Decimale kleiner ausfallen, da z. B. der Sau statt der Zahl 100 die Zahl 8 erhält, und deshalb leicht Gedächtnifs behalten und leichter der Berechnung unterw werden können, wie sich dieses aus der Vergleichung Columnen E und F der folgenden Tabelle der Atomge ergiebt. Zu Gunsten der zweiten Weise wird zwar ang dafs der Sauerstoff in die meisten Verbindungen einge daher deren Berechnung erleichtert werde, wenn er durch so runde Zahlen, wie 100, 200, 300, 400, 500 ausgedrückt wird. Allein die Zahlen 8, 16, 24, 3 u. s. w. sind schneller zu schreiben und erschweren di dition nicht merklich. Andererseits ist zu beachten, d Wasserstoff in fast allen organischen Verbindungen und in sehr vielen unorganischen, zum Theil als Wasser, e ten ist, und dafs es hier in der Bequemlichkeit der Be nung einen grofsen Unterschied ausmacht, ob er durch 1 durch 12,50 ausgedrückt wird. Uebrigens ist es in wi schaftlicher Beziehung ganz gleichgültig, von welchem F man ausgeht.

Folgende Beispiele mögen zeigen, wie es gelingen k allmälig die Atomgewichte sämmtlicher Stoffe mit ei Wahrscheinlichkeit festzusetzen; es werde hierbei vor Hand willkürlich angenommen, das Atomgewicht des W stoffes betrage 1. Man findet durch den Versuch 100 T Wasser aus 11,111 Theilen Wasserstoff und 88,889 Th Sauerstoff zusammengesetzt. Nimmt man nun als das W scheinlichere an, im Wasser sey je 1 Atom Wasserst 1 Atom Sauerstoff vereinigt, so mufs sich das Gewicht Atoms Wasserstoff zu dem eines Atoms Sauerstoffs verh = 11,111 : 88,889 oder = 1 : 8. Wenn z. B. 100 Gran W ser x Atome Wasserstoff enthalten und, nach der Vor setzung, dafs im Wasser je 1 Atom Wasserstoff mit 1 A

erstoff vereinigt ist, auch x Atome Sauerstoff, so wiegen x Atome Wasserstoff 11,111 Gran, die x Atome Sauerstoff 889 Gran, und wenn sich also das Gewicht von x Atomen asserstoff zu dem von x Atomen Sauerstoff wie 11,111 : 88,889 hält, so muſs sich auch das Gewicht von 1 Atom Wasserstoff dem von 1 Atom Sauerstoff wie 11,111 : 88,889 oder wie 8 verhalten. Ferner enthalten 100 Gran Hydrothionsäure Gran Wasserstoff gegen 94,1 Gran Schwefel. Setzt man h hier als das Wahrscheinlichste voraus, in dieser Verbing sey 1 Atom Wasserstoff mit 1 Atom Schwefel vereinigt, ergiebt sich das Verhältniſs 5,9 : 94,1 = 1 : 16 oder das ngewicht des Schwefels ist = 16, das des Wasserstoffes 1 gesetzt. Man kann ferner des Verhalten des Schwefels n den Sauerstoff prüfen : 100 Gran schweflige Säure hal-50 Gran Schwefel und 50 Gran Sauerstoff. Es verhält 50 : 50 = 16 : 16, und da früher aus der Zusammensetzung Wassers das Gewicht eines Atoms Sauerstoff zu 8 gefunden den war, so kann man folgern, daſs in der schwefligen Säure tom Schwefel mit 2 Atomen Sauerstoff verbunden ist. Ferhalten 100 Gran Schwefelsäure 40 Gran Schwefel und 60 n Sauerstoff, also 16 Schwefel auf 24 Sauerstoff, und da =3.8 ist, so betrachtet man hiernach die Schwefelsäure eine Verbindung von 1 Atom Schwefel mit 3 Atomen Sauer-f. Das Atomgewicht des Kohlenstoffs läſst sich aus seiner bindung mit dem Sauerstoff berechnen. Da das Kohlenyd 6 Theile Kohlenstoff auf 8 Sauerstoff, und die Kohlenure 6 auf 16 enthält, so setzt man das Atom Kohlenstoff 16 und nimmt es im Kohlenoxyd mit 1, in der Kohlenure mit 2 Atomen Sauerstoff verbunden an. Im ölerzeugena Gas kommen auf 6 Theile Kohlenstoff 1 Theil, im Kohwasserstoffgas 2 Theile Wasserstoff, also Verbindungen von Atom Kohlenstoff mit 1 und 2 Atomen Wasserstoff. Der hwefelkohlenstoff enthält 6 Theile Kohlenstoff und 32 Theile hwefel, also auf 1 Atom Kohlenstoff 2 Atome Schwefel. gleichen wird das Atomgewicht des Stickstoffes zu 14 gezt, weil sich 14 Theile Stickstoff mit 8, 16, 24, 32 oder) Theilen Sauerstoff vereinigen, also 1 Atom Stickstoff mit , 2, 3, 4 oder 5 Atomen Sauerstoff; im Ammoniak sind 14 heile Stickstoff mit 3 Wasserstoff verbunden, also 1 Atom ickstoff mit 3 Atomen Wasserstoff; im Cyan finden sich 14

Digitized by Google

Stickstoff mit 12 Kohlenstoff, also 1 Atom mit 2 Atomen v einigt. Da im gelben Bleioxyd 103,8 Blei mit 8 Sauers verbunden sind, so kann man das Atomgewicht des B = 103,8 setzen; diesem entsprechend findet sich der Bleig aus 103,8 Blei und 16 Schwefel zusammengesetzt, also a wieder nach gleicher Zahl der Atome. So wären, das At gewicht des Wasserstoffes = 1 gesetzt, folgende Atomgewi gefunden: Sauerstoff = 8, Schwefel = 16, Kohlenstoff = Stickstoff = 14, Blei = 103,8, und ganz auf ähnliche W findet man die Atomgewichte der übrigen Elemente. Di Zahlen ändern sich folgermafsen ab, wenn man, statt das At gewicht des Wasserstoffes = 1 anzunehmen, das des Sa stoffes = 100 festsetzt. Es ist 8 : 1 = 100 : 12,5, d. h. währ vorher das Atomgewicht des Sauerstoffes 8 und das des W serstoffes 1 war, ist jetzt das des Sauerstoffs 100 und das Wasserstoffs wird 12,5. Ebenso erhält man das Atomgew des Schwefels (8 : 16 = 100 : x) = 200, das des Kohlens (8 : 6 = 100 : x) = 75, das des Stickstoffs (8 : 14 = 10 = 175 und das des Bleis (8 : 103,8 = 100 : x) = 12 Kurz man hat die Atomgewichte, die nach der Annahme funden sind, das Atom Wasserstoff wiege 1, mit 100 zu m tipliciren und mit 8 zu dividiren, um die Atomgewichte zu halten, bei denen das Atom Sauerstoff = 100 gesetzt ist, u umgekehrt hat man, um letztere Atomgewichte auf erstere reduciren, dieselben mit 8 zu multipliciren und mit 100 dividiren. So verschieden grofs auch diese Atomgewichte au fallen, je nachdem vom Wasserstoff oder Sauerstoff ausgeg gen wird, so bleibt natürlich das Zahlenverhältnifs immer di selbe und die Verschiedenheit der Atomgewichte ist nur ei scheinbare.

Die hier beleuchtete verschiedene Fixirung des Punct von welchem man bei der Bestimmung des relativen Atomg wichtes ausgeht, ist übrigens nicht die einzige Ursache, w um in den verschiedenen chemischen Werken die Atomg wichte verschieden grofse Zahlen erhalten haben. Noch e anderer viel mifslicherer Umstand führt eine Abweichung i diesen Zahlen herbei. So wie nämlich die ganze atomistisch Ansicht nur als eine wahrscheinliche Hypothese betrachtet w den kann, so beruht auch die Ansicht von einer bestimmt relativen Atomzahl in einer Verbindung nur auf Wahrschein

itsgründen. Man kann nicht beweisen, daſs im Wasser Atom Wasserstoff mit 1 Sauerstoff, in der Hydrothion- je 1 Atom Wasserstoff mit 1 Schwefel, in der schwef- Säure je 1 Atom Schwefel mit 2 Sauerstoff, im gelben yd je 1 Atom Blei mit 1 Sauerstoff verbunden ist. Es sich über die relative Atomzahl in diesen Verbindun- ch andere Annahmen machen und durch Wahrschein- itsgründe unterstützen, wodurch dann das Atomgewicht tend abgeändert wird. Hier ist vor allen Dingen das r ins Auge zu fassen, um dessen Zusammensetzung sich eit vorzüglich dreht. Oben wurde als wahrscheinlich mmen, in demselben sey je 1 Atom Wasserstoff mit 1 Sauerstoff vereinigt; die meisten Chemiker nehmen da- mit Berzelius an, es enthalte je 2 Atome Wasserstoff Atom Sauerstoff. Alsdann ist 1 Atom Sauerstoff nicht 8, n 16 Mal so schwer, als 1 Atom Wasserstoff, und, das wicht des Wasserstoffes = 1 gesetzt, ist dann das des offes = 16, wird aber das Atomgewicht des Sauerstoffes gesetzt, so ist das des Wasserstoffes = 6,25. Denn 1 Atom ff = 16 verbindet sich mit 2 Atomen Wasserstoff = 2, oder 1 Atom Sauerstoff = 100 verbindet sich mit en Wasserstoff = 2.6,25 = 12,5. Zu Gunsten dieser t wird vorzüglich folgender Grund angeführt. Berze- llt das Gesetz auf, daſs einfache Stoffe im gasförmi- stande bei gleichem Volumen eine gleiche Zahl von enthalten. Wenn ein Kubikzoll Wasserstoffgas x Ato- sserstoff enthält, so enthält 1 Kubikzoll Sauerstoffgas, s oder Chlorgas ebenfalls x Atome Sauerstoff, Stick- ler Chlor. Hiernach verhalten sich die Atomgewichte Stoffe, wie die specifischen Gewichte ihrer Gase, dasselbe Gewichtsverhältniſs, das zwischen x Ato- n zwei verschiedenen gasförmigen Stoffen statt findet, uch bei einem Atom derselben gegeben seyn. Setzt n das specifische Gewicht des Wasserstoffgases = 1, so des Sauerstoffgases = 16, des Stickgases = 14, des ses = 35,4. Um Wasser zu bilden, vereinigen sich 2 Wasserstoffgas mit 1 Maſs Sauerstoffgas; dieses ist das tsverhältniſs von 2:16 oder von 1:8, und hierbei tre- 2 Atome Wasserstoff, wie sie in 2 Maſs Wasserstoff- thalten sind, mit je 1 Atom Sauerstoff des einen Maſses

Digitized by Google

Sauerstoffgas zusammen. Nach dieser Ansicht verhält sich
her das Atomgewicht des Sauerstoffes zu dem des W
stoffes, Stickstoffes und Chlors = 16:1:14:35,4 o
100:6,25:87,5:221,25. Kurz das Atomgewicht des S
stoffs fällt hier in Vergleich mit den übrigen hier gen
Stoffen noch einmal so grofs aus, als bei der frühern A
me. Das Gesetz, dafs gleiche Mafse verschiedener ein
Gase gleich viele Atome enthalten, ist zwar durch die E
rung nicht erwiesen, sondern nur wegen seiner Einf
als wahrscheinlich angenommen. Es erhält jedoch eine S
durch das über die Wärmecapacität dieser Gase aufgef
Gesetz. Nach diesem hat jedes Gas bei gleichem Vo
eine gleiche Wärmecapacität, d. h. ein Mafs irgend ein
fachen Gases braucht, um von einer bestimmten Temp
auf eine bestimmte höhere gebracht zu werden, glei
Wärme, wie ein gleiches Mafs irgend eines andern. Hi
erscheint die Annahme sehr einleuchtend, dafs jedes At
nes einfachen Stoffes, es sey grofs oder klein, um
stark erwärmt zu werden, gleich viel Warme nöthig hab
dafs also gleiche Mafse verschiedener Gase deshalb gleic
pacität besitzen, weil sie eine gleiche Zahl von Atome
halten. So ist nach Delaroche und Bérard die sp
sche Wärme (d. h. die Wärmecapacität bei gleichem Gew
die des Wassers = 1,0000 gesetzt, beim Sauerstoffgase 0
und beim Wasserstoffgase 3,2936; da aber ersteres 16 M
schwer ist, als letzteres, also bei gleichem Gewichte ein 16
geringeres Volumen hat, so hat man die specifische W
des Sauerstoffgases mit 16 zu multipliciren, um die Wä
capacität des Sauerstoffgases bei gleichem Volumen oder
relative Wärme zu erhalten. Man erhält 16. 0,2361 = 3,7
welche Zahl der für das Wasserstoffgas gefundenen
3,2936 erträglich nahe kommt, wenn man die Schwierig
die Wärmecapacität der Gase genau zu bestimmen, be
sichtigt. Ebenso giebt die gefundene specifische W
des Stickgases = 0,2754, mit 14 multiplicirt, da es 14
schwerer als Wasserstoffgas ist, 3,8556.

Auch haben Dulong und Petit durch möglichst ge
Bestimmung der specifischen Wärme des Schwefels und m
rerer Metalle zu beweisen gesucht, dafs die Wärmecap
auch der festen einfachen Stoffe bei gleicher Atomzahl die

oder dafs das Atomgewicht und die specifische Wärme
Stoffe in einem umgekehrten Verhältnifs zu einander
n, wobei sie jedoch schon auf einige Ausnahmen gestofsen
l. Ihre Bestimmungen finden sich in der folgenden Ta-
e; jedoch sind in dieselbe zugleich die Bestimmungen der
schen Wärme anderer einfacher Stoffe aufgenommen wor-
, weil nur durch einen möglichst vollständigen Ueberblick
Richtigkeit dieses Gesetzes ermittelt werden kann. In der
ra Columne findet sich das durch Multiplication des Atom-
ichtes eines Stoffes mit seiner specifischen Wärme erhal-
Product, welches die Wärmecapacität bei gleicher Atom-
l angiebt. Denn, wenn z. B. das Atomgewicht des Was-
toffs 1, das des Schwefels 16, das des Tellurs 32 be-
t, so enthält 1 ℔ Schwefel $\frac{1}{16}$ und 1 ℔ Tellur nur $\frac{1}{32}$
viel Atome, als 1 ℔ Wasserstoff; man mufs daher die spe-
sche Wärme des Schwefels mit 16, die des Tellurs mit 32
tipliciren, um die Wärmecapacität dieser Stoffe bei glei-
r Atomzahl zu erhalten.

Digitized by Google

Stoffe	Atomgewicht	Specifische Wärme	Product	Specifische Wärme bestimmt durch
Kohle	6	0,2631	1,5786	Crawford
Sauerstoffgas	8	0,2361	1,8888	Delaroche und Berard
Gold	66,4	0,0298	1,9787	Dulong u. Petit
Wismuth . .	71	0,0288	2,0448	Dulong u. Petit
Wasserstoffgas	1	3,2936	3,2936	Delaroche und Berard
Stickgas . . .	14	0,2754	3,8556	— —
Schwefel . . .	16	0,1880	3,0080	Dulong u. Petit
Tellur	32	0,0912	2,9184	— —
Zink	32,2	0,0927	2,9849	— —
Zinn	59	0,0515	3,0385	— —
Blei	103,8	0,0293	3,0413	— —
Eisen	27,2	0,1100	2,9920	— —
Nickel	29,6	0,1035	3,0636	— —
Kupfer	31,8	0,0949	3,0178	— —
Quecksilber .	101,4	0,0330	3,3462	Kirwan
Platin	98,7	0,0314	3,0992	Dulong u. Petit
Kobalt	29,6	0,1498	4,4341	— —
Arsenik . . .	75,2	0,0810	6,0912	Nach Graham
Silber	108,2	0,0557	6,0267	Dulong u. Petit
Antimon . . .	129	0,0470	6,0630	Neumann
Phosphor . . .	31,4	0,3850	12,0890	Nach Graham
Iod	126	0,0890	11,2140	Nach Graham

Bei Uebersicht dieser Tabelle findet es sich, daſs das hduct bei den meisten Stoffen ungefähr 3,000 beträgt und ds also diese bei gleicher Atomzahl dieselbe Wärmecapaci- it besitzen. Dieses Product möge das *normale* heiſsen. Auch is Wasserstoffgas und Stickgas möchten hierher zu rechnen nn; denn daſs ihre Capacität etwas gröſser erscheint, erklärt ich theils aus der schwierigen Bestimmung der specifischen ärme der Gase, theils daraus, daſs ohne Zweifel die Stoffe m Gaszustande eine etwas gröſsere specifische Wärme be- sen, als im starren, da es ja bekannt ist, daſs dasselbe Gas m ausgedehnten Zustande eine etwas gröſsere specifische Wär- e besitzt, als im verdichteten. Die Capacität des Kohlen- ffs und Sauerstoffs scheint bei gleicher Atomzahl nur halb viel zu betragen; da jedoch die specifische Wärme des er- tern sich beim Diamant vielleicht anders verhält, als bei der jetzt untersuchten Holzkohle, so möge diese Abweichung terst auf sich beruhn. Die des Sauerstoffes läſst sich he- ben, wenn man sein Atomgewicht mit Berzelius verdoppelt, wodurch das Product auf 3,7776 erhöht wird. Das Product des Goldes und Wismuths beträgt $\frac{2}{3}$ vom normalen. Man müſste ihr Atomgewicht $1\frac{1}{2}$ Mal so groſs setzen, um diese Ab- weichung zu heben. Allein wenn dieses auch beim Golde ginge, so ist es beim Wismuth fast unthunlich. Denn 71 Wismuth vereinigen sich mit 8 Sauerstoff zu Oxyd, mit 12 zu Hyperoxyd. Erhöhte man nun das Atomgewicht des Wis- muths von 71 auf $1\frac{1}{2} . 71 = 106,5$, so würden sich diese 106,5 Wismuth mit 12 und mit 18 Sauerstoff vereinigen. Dann kämen im Oxyd 2 Atome Metall auf 3 und im Hyperoxyd 4 Atome Metall auf 9 Sauerstoff, welches letztere höchst com- plicirte Verhältniſs bei keinem andern Metalloxyde vorkommt. Ferner ist das Product beim Kobalt $1\frac{1}{2}$ Mal gröſser, als das normale. Wollte man, um das Product normal zu erhalten, das Atomgewicht des Kobalts um $\frac{1}{3}$ verringern, so müſste man auch dasselbe mit dem Atomgewichte des Kupfers, Nickels, Eisens u. s. w. vornehmen, wegen der Analogie ihrer Ver- bindungen und der Krystallgestalt derselben, und man erhielte durch diese unnatürliche Aufhebung *einer* Abweichung eine Menge anderer. Beim Arsenik und Antimon, deren Product doppelt so groſs ist, als das normale, lieſse sich füglicher durch Halbirung des Atomgewichtes die Uebereinstimmung

Digitized by Google

herstellen, und auch beim Silber, welches dieselbe Abw chung zeigt, wäre diese Halbirung einigermafsen zulässig. Phosphor und das Iod zeigen bei gleicher Atomzahl eine vierf Wärmecapacität. Es läfst sich zwar das Atomgewicht Phosphors auf die Hälfte setzen, wo er noch die dop Capacität behielte, aber nicht auf ein Viertel, denn d müfste auch das Atomgewicht des in allen seinen chemisc und krystallologischen Beziehungen so nahe verwandten A niks auf $\frac{1}{4}$ reducirt werden, womit dessen Product die H des normalen betragen und also eine neue Abweichung anlassen würde. Das Atomgewicht des Iods endlich läfst s ohne gegen alle Analogieen anzustofsen, auf keine Weise die Hälfte oder gar auf $\frac{1}{4}$ herabsetzen. Viele von diesen E wendungen sind von Berzelius[1] selbst gegen diese Bes mung der Atomgewichte durch die Wärmecapacität gem worden.

Das Resultat dieser Betrachtungen über die Bestim des Atomgewichtes der einfachen Stoffe durch ihre spec Wärme besteht demnach in Folgendem. Da ein und de Stoff je nach seiner Verdichtung oder Ausdehnung eine schiedene specifische Wärme besitzt, so kann aus ih Atomgewicht der Stoffe auf keinen Fall genau gefunden w den. Aber auch für die annähernde Bestimmung desselbe die specifische Wärme unzureichend. Allerdings zeigen meisten bis jetzt untersuchten Stoffe bei gleicher Atomzahl gefähr dieselbe Wärmecapacität, wie Wasserstoff, Stick Schwefel und mehrere Metalle; aber Kohle und Sauerstoff sitzen eine nur halb, Gold und Wismuth eine $\frac{2}{3}$, Kobalt $1\frac{1}{2}$ Mal, Arsenik, Antimon und Silber eine 2 Mal und Ph phor und Iod eine 4 Mal so grofse, und es ist nicht mögl die Atomgewichte der meisten dieser Stoffe nach Mafsgabe rer specifischen Wärme auf eine solche Weise abzuänd dafs überall bei gleicher Atomzahl eine gleiche Wärmecap tät herauskommt, ohne der Natur den gröfsten Zwang anzut ohne alle die Gründe von sich zu stofsen, welche aus d Verbindungsverhältnisse und der Krystallform der Verbind gen für die Feststellung der Atomgewichte hervorgehn. übrigens auch die Annahme unzulässig, dafs jeder Stoff

1 Poggendorff Ann. XXVIII. 388.

r Anzahl der Atome eine gleiche Wärmecapacität be-
o bleibt doch ausgemacht, daſs dieses bei vielen Stof-
e Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel u. s. w., der Fall ist,
loch die Atome mehrerer anderer Stoffe nur ½ oder nur
1½ oder 2 und noch andere 4 Mal so viel Wärme brau-
im gleich stark erhitzt zu werden, wie die des Was-
s und Schwefels; kurz daſs die verschiedenen Wärmecapa-
bei gleicher Atomzahl zwar variiren, aber nach einfa-
erhältnissen. Somit kann das von der specifischen Wär-
genommene, aber durch vorstehende Betrachtung be-
l modificirte Gesetz nicht mehr als Stütze der Ansicht
daſs die Gase einfacher Stoffe bei gleichem Volumen
iche Anzahl von Atomen enthalten.

gen dieses Gesetz ist nun noch Folgendes einzuwenden.
e paſst, wie bereits[1] nachgewiesen worden ist, nicht
zusammengesetzten Gase, und da z. B. 1 Maſs Chlor-
: 1 Maſs Wasserstoffgas 2 Maſs salzsaures Gas bildet,
alten diese 2 Maſs so viele Atome Salzsäure, wie 1
hlorgas Atome Chlor und 1 Maſs Wasserstoffgas Atome
stoff enthält. Wenn wir daher annehmen müssen, daſs
e (nicht alle) zusammengesetzte Atome sich in ihrem
nde mit doppelt so groſsen Wärmesphären umgeben,
einfachen, aus welchen sie gebildet sind, so ist es
gut denkbar, daſs auch die einfachen Atome, je nach
latur, mit verschieden groſsen Wärmesphären umhüllt
Auf keinen Fall liegt zur Annahme obigen Gesetzes
ung vor; es ist durch nichts erwiesen, allerdings auch
lirect zu widerlegen, es empfiehlt sich nur durch seine
heit, muſs aber verlassen werden, wenn viele Wahr-
ichkeitsgründe dagegen sprechen und wenn sich durch
Annahme alle übrige chemische Verhältnisse der Stoffe
mplicirter gestalten, wie es hier wirklich der Fall ist.
möchte sich aus folgenden Betrachtungen ergeben. Nach
ten Ansicht, welche die von Dalton und Wollaston
ilt das Wasser 1 Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauer-
und das Wasserstoffhyperoxyd 1 Atom Wasserstoff und
erstoff; nach Berzelius enthält das Wasser 2 Atome
rstoff und 1 Atom Sauerstoff und das Hyperoxyd 1

[1] S. Art. *Gas, chemische Natur.* Bd. IV. S. 1077.

Digitized by Google

Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff. Die Regel, d
eine Verbindung zu gleichen Atomen inniger ist, als eine
1 auf 2, entspricht der erstern Ansicht, denn die Best
theile des Wassers hängen innig zusammen, während
zweite Atom Sauerstoff im Wasserstoffhyperoxyd nur sehr
gebunden ist und sich mit der gröfsten Leichtigkeit da
entwickelt. Dagegen widerspricht diese Regel der An
von BERZELIUS; von den 2 Atomen Wasserstoff, die er
Wasser annimmt, entwickelt sich unter keinen Umständen
eine Atom für sich, und es giebt keinen Stoff, der im St
wäre, blofs 1 Atom Wasserstoff zu entziehn, sie verm
entweder keinen Wasserstoff daraus aufzunehmen oder entz
wie das Chlor, sogleich sämmtlichen; ferner mufs man b
Wasserstoffhyperoxyd annehmen, dafs 2 Atome dessel
worin also 2 Atome Wasserstoff und 2 Sauerstoff enth
wären, 1 Atom Sauerstoff höchst leicht frei werden la
während 1 Atom Sauerstoff mit den 2 Wasserstoff zu Wa
verbunden zurückbleibt. Diese Verhältnisse widersp
aller Analogie. Es giebt ferner keine Verbindung, von
cher bestimmt nachgewiesen wäre, dafs sie blofs 1 Atom W
serstoff nach der Ansicht von BERZELIUS (also ein halbes
der von DALTON) enthielte. Das kleinste Verhältnifs,
welchem der Wasserstoff in den Verbindungen vorkommt,
zu 2 Atomen nach BERZELIUS (oder 1 Atom nach DALT
Hierdurch wird die Existenz eines so kleinen Atoms unw
scheinlich und seine Annahme ganz überflüssig. Durch
wird nur die Bezeichnung der Wasserstoffverbindungen
schwert und die Formeln, welche sie ausdrücken, werden
nöthig verwickelt; denn von Verbindungen, welche 1, 2
3 Atome Wasserstoff nach DALTON's Ansicht enthalten,
es nach BERZELIUS heifsen, dafs in ihnen 2, 4 oder 6 At
enthalten sind. Zwar hat BERZELIUS zur Beseitigung d
Weitläufigkeit für den Wasserstoff und einige andere St
die sich in demselben Falle befinden, *Doppelatome* eingef
ein Doppelatom Wasserstoff nach BERZELIUS kommt e
einfachen Atom von DALTON gleich, und während ein ei
ches Atom von BERZELIUS mit H ausgedrückt wird, stellt
durchstrichenes H ein Doppelatom Wasserstoff vor; aber d
Bezeichnungsweise giebt, da der Strich durch den Buchst
oft minder deutlich erscheint, leicht zu Irrthümern Veranlass

Digitized by Google

Aehnlich, wie mit dem Wasserstoff, verhält es sich mit dem r und dem Stickstoff. Beträgt das specifische Gewicht des Wasstoffgases 1, so ist das des Sauerstoffgases = 16, das des Chlor-s = 35,4, das des Stickgases = 14. Ebenso müssen sich Berzelius auch die Atomgewichte dieser Stoffe verhalten. ach sind in allen Verbindungen, wo sich Chlor und stoff ersetzen können, 35,4 Chlor das Aequivalent nicht 16, sondern von 8 Sauerstoff. So verbinden sich 39,2 um mit 35,4 zu Chlorkalium, mit 8 Sauerstoff zu Kali. iebt ferner keine Verbindung, in welcher nur ein Ber-sches Atom Chlor oder Stickstoff enthalten wäre, immer s 2, 4 oder mehr solche Atome oder 1, 2, 3 u. s. w. sche, daher auch bei diesen, sowie bei Iod und Brom, latome eingeführt werden mufsten, die bei allen Ver-ngen einzig und allein in Betracht kommen und erst die n Aequivalente abgeben.

Der bedeutendste Einwurf gegen das hier besprochene s ist endlich in neuerer Zeit durch die Bestimmung des schen Gewichts des Schwefeldampfes durch Dumas und rich hervorgegangen. Man nimmt allgemein das Atom-des Schwefels doppelt so grofs, als das des Sauerstoffs an. chigem Gesetze müfste nun auch das specifische Gewicht des feldampfes das Doppelte von dem des Sauerstoffgases n; es ist aber nach dem directen Versuche 6 Mal so Es bleiben nun zur Festhaltung des Gesetzes nur fol-zwei Wege offen. Man könnte diesem gefundenen speci-n Gewichte gemäfs das Atomgewicht des Schwefels än-und dasselbe 6 Mal so grofs, als das des Sauerstoffs, an-n. Es würde dann, das Atomgewicht des Sauerstoffes setzt, 48 betragen, und da in der Schwefelsäure 40 Theile fel mit 60 Theilen Sauerstoff verbunden sind, so würde ine Verbindung von 1 Atom Schwefel mit 9 Atomen toff seyn; denn 40 : 60 = 48 : 72 und 72 : 8 = 9. Die flige Säure würde hiernach aus 1 Atom Schwefel = 48 Atomen Sauerstoff = 48 bestehn. Diese Säuren wür-omit ein 3 Mal so grofses Atomgewicht erhalten, als bis-nd 1 Atom derselben würde statt 1 Atom 3 Atome Ba-tigen. Die Hydrothionsäure würde auf 1 Atom Schwefel 1 Atom Wasserstoff deren 3 enthalten, während in allen n Wasserstoffsäuren sich nur 1 befindet, in den Schwefel-

metallen würden meistens 3 Atome Metall auf 1 Schwefel k men u. s. w. Es ergiebt sich ferner auch, dafs mit Ver fachung des Atomgewichtes des Schwefels laut der vora henden Tabelle die Wärmecapacität des Schwefels bei cher Atomzahl 3 Mal so grofs werden würde, als di Wasserstoffes, Tellurs u. s. w., und dafs hierdurch jede die von der Wärmecapacität hergenommene Stütze aufge werden würde. Beide Gesetze, nämlich das, nach wel die Wärmecapacität der Stoffe bei gleicher Atomzahl gl ist, und das, nach welchem gleiche Mafse einfacher Gase gl viel Atome enthalten, können nicht zu gleicher Zeit ri seyn; denn ist ersteres Gesetz richtig, so mufs das Ato wicht des Schwefels, das des Wasserstoffs = 1 gesetzt, seyn; ist letzteres richtig, so mufs es = 48 seyn.

Ohne Zweifel sind es diese Schwierigkeiten, welche viel bekannt, alle Chemiker abgehalten haben, das Ato wicht des Schwefels 6 Mal so grofs als das des Sauerst setzen; es wird auch jetzt noch nach Bestimmung des fischen Gewichts des Schwefeldampfs allgemein nur 2 grofs angenommen. Berzelius sucht auf einem andern W sein Gesetz aufrecht zu erhalten. Er sagt[1]: „Meiner A „nach beweisen die von Dumas erhaltenen Resultate“ (üb specifische Gewicht des Schwefeldampfs und anderer Dä „nur, dafs das specifische Gewicht der Gase einfacher K „sich nicht nothwendig wie das Atomgewicht derselben „verhalten braucht, besonders wenn es sich von nicht b „digen Gasen handelt. Daneben zeigen sie, dafs die Vol „Submultipla oder Multipla ganzer Zahlen von Atomgewi „enthalten können.“ Hiernach giebt Berzelius zu, daſs nigstens bei Dämpfen nicht immer gleiche Mafse gleich Atome enthalten; für permanentere Gase dagegen, wie S stoffgas, Wasserstoffgas, Stickgas, Chlorgas, behält er i nem später erschienenen Lehrbuche[2] das Gesetz in Strenge bei. Bedenkt man jedoch, dafs zwischen perm teren Gasen und Dämpfen nur ein gradweiser Unterschied steht, dafs z. B. Chlorgas durch verstärkten Druck ebe zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichtet werden kann,

1 Poggendorff's Ann. XXVIII. 31.
2 Ausgabe von 1835. Th. V. S. 81.

Digitized by Google

ıkt man, dafs das Gesetz auf zusammengesetzte Gase :in keine Anwendung findet, so möchte es alle Haltbar- erlieren. Dieselben uns unbekannten Ursachen, welche :ken, dafs 1 Mafs Schwefeldampf 3 Mal so viel Atome lt, als ein Mafs Sauerstoffgas, und ein Mafs salzsaures ur halb so viel Atome, als 1 Mafs Wasserstoffgas, kön- uch bewirken, dafs, wofür alle übrige Gründe spre- , 1 Mafs Wasserstoffgas, Stickgas oder Chlorgas nur halb el Atome enthält, als ein Mafs Sauerstoffgas.

Es bleibt nun noch übrig anzugeben, welche andere l, aufser dem specifischen Gewichte der Gase und der ischen Wärme der einfachen Stoffe, uns sonst noch zur mmung ihres Atomgewichtes zu Gebote stehn. Es sind ich folgende.

1) Man geht von dem Grundsatze aus, dafs sich die he- nen Atome vorzüglich nach einfachen Zahlenverhältnis- zu vereinigen streben, und sucht daher ihnen nach dem theils der Analyse ihrer Verbindungen ein solches Gewicht legen, dafs möglichst einfache Zahlenverhältnisse heraus- men. Zu diesem Behufe mufs jeder einfache Stoff in al- then Verbindungen mit den übrigen betrachtet werden. Iasst man z. B., wenn das Atomgewicht des Wasserstoffs 1 und das des Sauerstoffes zu 8 festgesetzt ist, dem efel kein schicklicheres Atomgewicht, als das von 16 ge- , denn 16 Theile Schwefel verbinden sich mit 1 Wasser- f (1 Atom: 1 Atom) zu Hydrothionsäure, mit 8 Sauer- f (1:1) zu unterschwefliger, mit 16 (1:2) zu schwefliger mit 24 (1:3) zu Schwefelsäure; desgleichen 80 Theile efel mit 1 Wasserstoff (5:1) zu hydrothioniger und 32 le Schwefel mit 40 Sauerstoff (2:5) zu Unterschwefel- . Ferner 16 Schwefel mit 27,2 Eisen (1:1) zu Einfach- efeleisen und 32 Schwefel mit 27,2 Eisen (2:1) zu efelkies u. s. w. Setzte man das Atomgewicht des Schwe- auf 8, oder auf 32, oder, wie es das obige Gesetz bei strengen Durchführung erheischen würde, auf 48, so en die Zahlen der in die Verbindung tretenden Atome größer und also unnatürlicher ausfallen.

2) Man nimmt an, dafs Stoffe, die sich sehr ähnlich mit andern Stoffen Verbindungen nach gleicher Atom- eingehn. So sind sich Nickel und Kobalt in allen ihren

Digitized by Google

Verhältnissen sehr ähnlich; beide bilden mit einer gew
Menge Sauerstoff ein Oxyd und mit der anderthalb Mal
fseren ein Hyperoxyd. Wenn daher beim Nickel ang
men wird, das Oxyd enthalte 1 Atom Metall auf 1 S
stoff und das Hyperoxyd 2 auf 3, so mufs dasselbe
vom Kobalt gelten. Dieses ist einer der Gründe, waru
Atomgewicht des Kobalts nicht um $\frac{1}{3}$ verkleinert w
darf, was das oben beleuchtete Gesetz von der W
capacität erheischen würde. Da ferner in der Hydrothion
und Hydroselensäure 1 Atom Wasserstoff auf 1 Atom Sch
oder Selen angenommen wird, so ist dieses Verhältnifs a
der analogen Hydrotellursäure vorauszusetzen und hiernac
Atomgewicht des Tellurs zu bestimmen.

3) In der Regel mufs das Gesammtgewicht der A
welche eine Säure bilden, so viel betragen, dafs dieses g
zur Sättigung eines Atoms Salzbasis hinreicht. So bild
Theile Schwefel mit 24 Sauerstoff 40 Schwefelsäure, und
Theile Blei mit 8 Sauerstoff 111,8 Bleioxyd. Es sättig
gerade 40 Theile Schwefelsäure 111,8 Bleioxyd. Woll
nach Obigem das Atomgewicht des Schwefels auf 48 s
so würden diese 48 Theile zur Bildung von Schwefels
Sauerstoff verlangen und ein Atom Schwefelsäure = 120
welches dann nicht 1, sondern 3 Atome Bleioxyd sättigen
de. Von dieser Regel kommen jedoch einige unabw
Ausnahmen vor; daher man sich in neuerer Zeit genöthig
sehn hat, aufser solchen Säuren, von denen 1 Atom 1
Basis sättigt und die man *einbasische* nennt, noch die *zwei-*
die *dreibasischen* Säuren zu unterscheiden, von welchen 1
entweder 2 oder 3 Atome Salzbasis sättigt.

4) Wenn sich ein Metall nur nach *einem* Verhältnis
dem Sauerstoff zu einer Salzbasis vereinigt, so nimmt m
der Regel an, die Verbindung sey nach einer gleichen A
zahl zusammengesetzt, z. B. im Kali sey 1 Atom Kalium
gelben Bleioxyd 1 Atom Blei mit 1 Atom Sauerstoff v
nigt. Gründe des Isomorphismus können jedoch hierbei
weichungen nöthig machen, worüber unter 5) das Nähere.
det ferner ein Metall mit verschiedenen Mengen von S
stoff verschiedene Salzbasen, so scheint man allgemein
nehmen zu dürfen, dafs in demjenigen Oxyd, welches
als die stärkste Salzbasis verhält, gleich viel Atome von M

Digitized by Google

Sauerstoff vorkommen. Wenigstens stehn die nach die- Annahme gefundenen Zahlenverhältnisse in vollem Ein- mit denen, die sich durch die übrigen hier beleuchte- Mittel als die wahrscheinlichsten ergeben. Das Eisenoxy- ält auf 27,2 Theile Eisen 8, und das Eisenoxyd 12 Sauer- , oder ersteres hält auf 8 Theile Sauerstoff 27,2, letzte- 8,1 Eisen. Da das Eisenoxydul die stärkere Basis ist, so in ihm 1 Atom Sauerstoff auf 1 Atom Eisen angenom- und daher letzteres auf 27,2 gesetzt. Wollte man im oxyd eine gleiche Atomzahl annehmen, so würde 1 Atom 18,1 wiegen und im Eisenoxydul würden 2 Atome stoff auf 3 Atome Eisen kommen. Das Quecksilberoxy- ält 202,8 und das Oxyd 101,4 Theile Quecksilber auf 8 stoff, oder nach einer zweiten Ansicht sind im Oxy- 02,8 Quecksilber mit 8, im Oxyd mit 16 Theilen Sauer- verbunden. Nach der ersten Ansicht ist das Atomge- des Quecksilbers 101,4 und im Oxydul kommen 2, im 1 Atom Metall auf 1 Sauerstoff; nach der zweiten An- ist das Atomgewicht des Quecksilbers 202,8 und das ul enthält auf 1 Atom Metall 1, das Oxyd 2 Atome stoff. Erstere Ansicht verdient den Vorzug, weil das silberoxyd eine stärkere Salzbasis ist, als das Oxydul; ch auch, weil bei dem dem Quecksilber analogen Ku- wie wir unten sehn werden, aus Gründen des Isomor- us angenommen werden mufs, dafs in seinem Oxydul 2 e, im Oxyd 1 Atom Metall auf 1 Atom Sauerstoff kom- Umgekehrt verhält es sich mit den Oxyden des Zinns. nn bilden mit 8 Sauerstoff das Zinnoxydul, mit 16 das oxyd. Ersteres ist die stärkere Basis. Wollte man im oxyd 1 Atom Metall auf 1 Sauerstoff annehmen, so wür- s Atomgewicht des Zinns von 59 auf 29,5 zu reduciren wo dann im Oxydul 2 Atome Metall auf 1 Sauerstoff n.

5) Von gröfster Wichtigkeit endlich zur sicheren Bestim- der Atomgewichte ist der Isomorphismus[1]. Wenn in krystallisirten Verbindung ein Stoff durch einen andern gen ohne Aenderung der Krystallform vertreten wird, so anzunehmen, dafs dieses nach einer gleichen Anzahl von

---

1 S. Art. *Krystallogenie*. Bd. V. S. 1355.

Digitized by Google

Atomen erfolgt. Wenn daher zwei gleich geformte krystall-
sche Verbindungen vorkommen, die beide übrigens diese
Bestandtheile nach denselben stöchiometrischen Verhält-
enthalten, nur dafs die eine den Stoff A, die andere statt
sen den vertretenden Stoff B enthält, und man Gründ
anzunehmen, die erstere Verbindung halte 1 Atom A o
Atome A u. s. w., so mufs auch die andere Verbind
Atom B oder 2 Atome B u. s. w. enthalten. Einige Bei
mögen die Wichtigkeit des Isomorphismus erläutern. E
nur eine Verbindung des Aluminiums mit Sauerstoff bek
die Alaunerde; man könnte hierin 1 Atom Metall auf 1 A
Sauerstoff annehmen. Allein die Alaunerde krystallisirt
Sapphir im denselben spitzen Rhomboedern, wie das Ei
oxyd als Eisenglanz und wie das künstliche Chrom
Diese beiden Oxyde bilden ferner mit Schwefelsäure,
und Wasser dieselben oktaedrischen Krystalle, wie die Al
erde im gewöhnlichen Alaun; in allen diesen Salzen finde
4 Atome Schwefelsäure, 1 Kali und 24 Wasser. Hi
ist die Alaunerde mit jenen Oxyden isomorph und mufs
her auch nach derselben Atomzahl zusammengesetzt seyn
nun (nach 4) angenommen wurde, das Eisenoxyd halt
2 Atome Metall 3 Sauerstoff, so mufs es sich mit der Al
erde ebenso verhalten. Man setzt hiernach das Atomge
des Aluminiums auf 13,7 und nimmt in der Alaunerde 2.
Aluminum auf 3.8 Sauerstoff an. Wollte man eine gl
Atomzahl in der Alaunerde statuiren, so wäre das Ato
wicht des Aluminums 9,13, denn 9,13:8=2.13,7:3.8.
ner wurde (nach 4) als wahrscheinlich angenommen, das Zi
oxyd halte auf 1 Atom Metall 2 Sauerstoff; da nun dieses
Zinnstein in denselben Gestalten des quadratischen Sys
krystallisirt, wie das Titanoxyd als Rutil, so mufs di
Oxyd 2 Atome Sauerstoff enthalten. Bei den zwei Oxyden
Kupfers lassen sich dieselben zwei Ansichten aufstellen, wie
denen des Quecksilbers; das Kupferoxydul hält auf 8 Th
Sauerstoff 63,6 und das Oxyd 31,8 Metall, oder nach
zweiten Ansicht sind 63,6 Kupfer im Oxydul mit 8, im O
mit 16 Sauerstoff verbunden. Nach der ersten Ansicht ist
Atomgewicht des Kupfers 31,8 und es finden sich im Oxy
2, im Oxyd 1 Atom Metall auf 1 Atom Sauerstoff; nach
zweiten ist das Atomgewicht des Kupfers 63,6, und 1 At

Digitized by Google

pfer verbindet sich mit 1 Sauerstoff zu Oxydul, mit 2 zu yd. Für die erstere Ansicht spricht nun nicht blofs der ter 4) erwähnte Grund, dafs das Oxyd eine stärkere Salz- is ist, als das Oxydul, sondern auch der Isomorphismus. as das Kupferoxyd ist isomorph mit Bittererde, Zinkoxyd, oxydul, Kobaltoxyd, Nickeloxyd, kurz mit einer Reihe n Oxyden, in welchen allgemein 1 Atom Metall auf 1 Atom stoff angenommen wird; so hat namentlich die Verbin- g der Schwefelsäure mit Kali, Wasser und Kupferoxyd die- le Krystallform, wie die Verbindungen, in welchen das pferoxyd durch eines jener andern Oxyde vertreten ist. o kann das Kupferoxyd nicht 2 Atome Sauerstoff enthal- Nach dem über die Wärmecapacität Gesagten sollte man s zu 29,6 angenommene Atomgewicht des Kobalts um ½ kleinern, um gleiche Wärmecapacität bei gleicher Zahl der me zu erhalten. Allein diese Verkleinerung ist vermöge Isomorphismus des Kobaltoxyds mit Nickeloxyd, Eisen- ydul u. s. w. völlig unzulässig. Die Verbindung von 1 Atom Kobaltoxyd (aus 29,6 Kobalt und 8 Sauerstoff zusam- mengesetzt) mit 1 Atom Schwefelsäure und 6 Atomen Wasser z. B. dieselbe Krystallform, wie der Eisenvitriol, welcher 1 Atom Eisenoxydul (27,2 Eisen auf 8 Sauerstoff), 1 Schwe- felsäure und 6 Wasser enthält. Diese Beispiele mögen zeigen, die Lehre vom Isomorphismus für die Bestimmung der Atomgewichte ein höchst sicherer Führer ist; sobald man bei einer Verbindung aus andern Gründen die Zahl der sie con- stituirenden Atome mit einiger Wahrscheinlichkeit festgesetzt hat, so läfst sie sich hierdurch auch in allen andern analogen Verbindungen, wenn sie gleiche Krystallgestalt zeigen, fast mit Gewifsheit finden.

Der hier folgenden Tabelle über das Atomgewicht der einfachen Stoffe liegen fast allein die durch Berzelius be- werkstelligten Analysen ihrer Verbindungen zu Grunde, eine ebenso schwierige als grofsartige Arbeit, durch welche sich Berzelius ein unsterbliches Verdienst um die Chemie erwor- ben hat. Die Columne A nennt die einfachen Stoffe; die Columne B enthält die für dieselben durch Berzelius einge- führten Zeichen. In den Columnen C und D finden sich die Atomgewichte, wie sie sich nach den so eben entwickelten Grundsätzen als die wahrscheinlichsten ergeben möchten, und

zwar ist in der Columne C das Atomgewicht des Was
stoffs = 1, in der Columne D das des Sauerstoffs =
gesetzt. Die in diesen beiden Columnen angenommenen At
gewichte weichen zum Theil von denjenigen ab, welc
den frühern Theilen dieses Wörterbuches gebraucht wu
weil neue Untersuchungen und Ueberzeugungen eine Ae
rung derselben veranlafsten. So ist hier das Atomgewicht
Alumiums anderthalb und das des Siliciums, Antimons,
seniks und Phosphors doppelt so grofs genommen, als frü
Die Columnen E und F enthalten die Atomgewichte nach B
ZELIUS, und zwar ist in der Columne E das Atomgew
des einfachen Wasserstoffatoms = 0,5 und das seines D
pelatoms = 1 angenommen, in der Columne F dagegen
des Sauerstoffs = 100.

Digitized by Google

A	B	C	D	E	F
Sauerstoff	O	8	100	8,01	100
Wasserstoff	H	1	12,5	0,50	6,2398
Kohlenstoff	C	6	75	6,13	76,44
Boron	B	10,5	131,25	10,91	136,20
Phosphor	P	31,4	392,5	15,72	196,14
Schwefel	S	16	200	16,12	201,17
Selen	Se	40	500	39,63	494,58
Iod	I	126	1575	63,28	789,75
Brom	Br	78,4	980	39,20	489,75
Chlor	Cl	35,4	442,5	17,74	221,33
Fluor	F	18,7	233,75	9,37	116,90
Stickstoff	N	14	175	7,09	88,52
Kalium	K	39,2	490	39,26	489,92
Natrium	Na	23,2	290	23,31	290,90
Lithium	L	6,4	80	6,44	80,33
Baryum	Ba	68,6	857,5	68,66	856,88
Strontium	Sr	44	550	43,85	547,29
Calcium	Ca	20,5	256,25	20,52	256,02
Magnium	Mg	12,7	158,75	12,69	158,35
Cerium	Ce	46	575	46,05	574,70
Yttrium	Y	32,2	402,5	32,25	402,51
Glycium	G	17,7	221,25	26,54	331,26
Alumium	Al	13,7	171,25	13,72	171,17
Thorium	Th	59,6	745	59,65	744,90
Zirconium	Zr	22,4	280	33,67	420,20
Silicium	Si	14,8	185	22,22	277,31
Titan	Ti	24,5	306,25	24,33	303,66
Tantal	Ta	185	2312,5	92,45	1153,72
Scheel	W	95	1187,5	94,80	1183,00
Molybdän	Mo	48	600	47,96	598,52
Vanad	V	68,6	857,5	68,66	856,89
Chrom	Cr	28,1	351,25	28,19	351,82
Uran	U	217	2712,5	217,26	2711,36
Mangan	Mn	27,6	345	27,72	345,89
Arsenik	As	75,2	940	37,67	470,04
Antimon	Sb	129	1612,[illegible]	64,62	806,45
Tellur	Te	32	400	64,25	801,76
Wismuth	Bi	71	887,5	71,07	886,92
Zink	Zn	32,2	402,5	32,31	403,23
Kadmium	Cd	55,8	697,5	55,83	696,77
Zinn	Sn	59	737,5	58,92	735,29
Blei	Pb	103,8	1297,5	103,73	1294,50
Eisen	Fe	27,2	340	27,18	339,21
Kobalt	Co	29,6	370	29,57	368,99
Nickel	Ni	29,6	370	29,62	369,68
Kupfer	Cu	31,8	397,5	31,71	395,71

Digitized by Google

A	B	C	D	E	F
Quecksilber	Hg	101,4	1267,5	101,43	1265,82
Silber	Ag	108,2	1352,5	108,30	1351,61
Gold	Au	66,4	830	99,69	1243,01
Platin	Pt	98,7	1233,75	98,85	1233,50
Palladium	Pd	53,4	667,5	53,36	665,90
Rhodium	R	52,2	652,5	52,2	651,39
Iridium	Ir	98,7	1233,75	98,84	1233,50
Osmium	Os	99,6	1245	99,72	1244,49

Bei der Vergleichung dieser Atomgewichte unter ein der in der Columne C ergiebt sich Folgendes.

1) Die Atomgewichte der übrigen einfachen Stoffe oft ein Multiplum nach einer ganzen Zahl von dem des W serstoffs. So ist das des Kohlenstoffs 6, das des Sauerst und das des Stickstoffs 14 Mal so grofs. Es wirft sich die Frage auf: sollte es ein Naturgesetz seyn, wie es T son will, dafs die Atomgewichte aller übrigen Elemente das des Wasserstoffs theilbar sind, oder ist es, wie B lius annimmt, nur ein Zufall, dafs dieses wegen des g gen Gewichtes, welches ein Wasserstoffatom besitzt, be nigen Stoffen ziemlich, aber nicht ganz genau der Fall während sich bei vielen andern grofse Abweichungen ze Für die erstere Ansicht spricht die Einfachheit der Na Wollte man besonders der Idee Raum geben, dafs es nur ursprüngliche wägbare Materie giebt, so müfste dieses der W serstoff seyn, da er die kleinsten Atome hat, und es mü angenommen werden, dafs, wenn sich diese Atome nach schiedener Zahl auf eine solche Weise verbinden, dafs durch die bis jetzt bekannten Mittel nicht wieder trennbar si die schwereren Atome der übrigen unzerlegten Stoffe entst deren Gewichte dann nothwendig durch das des Wassers müfsten getheilt werden können. Andrerseits berechtigt bisherige Erfahrung noch nicht, ein so einfaches Verhält als begründet anzunehmen, denn die von Berzelius mit übertroffener Genauigkeit vorgenommenen Bestimmungen ge bei vielen Stoffen Atomgewichte mit bedeutenden Brüch und nach diesen existirt sogar kein einziger einfacher St dessen Atomgewicht *ganz genau* obiger Ansicht entspräch Dieses ergiebt sich aus der Betrachtung der Columnen E u

in welchen die Atomgewichte von Berzelius genau aus analytischen Ergebnissen berechnet sind. Nach Columne ist, wenn man das Gewicht eines Doppelatoms Wasser-ff = 1 setzt, das eines Atoms Kohlenstoff nicht 6, sondern 3, beim Sauerstoff nicht 8, sondern 8,1, beim Stickstoff 14, sondern 14,18 (oder, halb so grofs genommen, 7,09), Schwefel nicht 16, sondern 16,12 u. s. w. Wer je-die aufserordentliche Schwierigkeit kennt, die Atomge-te durch den Versuch ganz genau aufzufinden, und die änderungen berücksichtigt, welche die Bestimmung man-r derselben, die durch sichere Versuche ausgemacht schie-, durch spätere Versuche erfahren hat, kann diese Streit-noch nicht als entschieden betrachten und wird es noch für möglich halten, dafs neuere noch genauere Versu-die Ansicht von jenem einfachen Verhältnisse fester be-den werden.

2) Es giebt Gruppen von Elementen, welche ähnliche ische und chemische Verhältnisse zeigen. Ob eine jede he Gruppe gerade aus 3 Elementen zu bestehn habe, wie einer will, welcher die Elemente nach der Trias grup-, bleibe dahin gestellt. Es findet sich nur, dafs die Atom-wichte solcher ähnlichen Elemente in einem einfachen Ver-hältnisse zu einander stehn, sich bald fast gleich sind, bald ltiple von einander mit einer ganzen Zahl, oder wenigstens einer arithmetischen Ordnung zunehmen. Es sind sich ich und haben fast dasselbe Atomgewicht: Chrom 28,1, gan 27,6 und Eisen 27,2; Kobalt 29,6 und Nickel 29,6; ium 98,7, Iridium 98,7 und Osmium 99,6; beim Sauer-ff, Schwefel, Phosphor und Selen sind die Atomgewichte 16:31,4:40, also ungefähr = 1:2:4:5. Die Atomgewichte s Fluors, Chlors, Broms und Iods sind: 18,7:35,4:78,4:126, so ungefähr = 2:4:9:14, und das Atomgewicht des Chlors dem des Iods, durch 2 getheilt, giebt ungefähr das Atom-wicht des Broms $\left(\frac{35,4 + 126}{2} = 80,7\right)$, so wie auch das om nach allen seinen physischen und chemischen Verhält-nissen zwischen Chlor und Iod gerade in der Mitte steht. Ebenso erhält man durch Addiren der Atomgewichte des Li-iums und Kaliums und Halbiren ungefähr das des Na-iums, welches in allen Verhältnissen zwischen Lithium und

Kalium das Mittel hält $\left(\frac{6,4+39,2}{2} = 22,8\right)$. Auf die Weise verhält es sich mit dem Atomgewicht des zwischen C cium und Baryum stehenden Strontiums $\left(\frac{20,5+68,6}{2} = 44,5\right.$ Beim Molybdän, Scheel und Tantal ist das Verhä $= 48:95:185$, also ungefähr $= 1:2:4$. Bei Chrom Vanad ist es $= 28,2:68,7$, also ungefähr $= 2:5$, und b Tellur und Antimon $= 32:129 = 1:4$.

Sollten alle diese merkwürdigen Zahlenverhältnisse, w che mit der Natur der Stoffe in einem so engen Zusamm hange stehn, zufällig seyn? Dieses ist nicht wohl zu gl ben. Bei einigen mag dieses der Fall seyn, und bei die wird vielleicht durch noch genauere Bestimmung ihres At gewichts diese scheinbare Uebereinstimmung immer mehr v schwinden. Aber es ist zu erwarten, dafs durch diese g naueren Bestimmungen die meisten dieser Zahlenverhält die bis jetzt nur annähernd sind, immer reiner hervortr und dieses ist ein Grund weiter, die bisherigen Bestimm der Atomgewichte noch nicht für ganz unabänderlich a sehn.

Bis jetzt war nur von den festen Verhältnissen die Re nach welchen sich einfache Stoffe vereinigen. Das m hierüber Bemerkte findet nun auch bei den proportion Verbindungen zusammengesetzter Stoffe seine Anwendung. N mentlich gilt auch hier das Gesetz, dafs, wenn eine stimmte Menge des zusammengesetzten Stoffes A verschie Mengen von dem zusammengesetzten Stoffe B aufzuneh vermag, die kleinste Menge von B, welche A aufnimmt, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 4 u. s. w. multiplicirt die übrigen Mengen von giebt, welche etwa mit A verbindbar sind. Die Multiplicat mit $1\frac{1}{3}$ und mit $2\frac{1}{2}$ möchte hier nicht so leicht vorkomm So nehmen 47,2 Theile Kali im einfach kohlensauren Kali und im doppelt kohlensauren 44 Theile Kohlensäure auf, u 111,8 Theile Bleioxyd sind mit 9, 18, 27 und 54 Theilen Sa petersäure verbindbar. Ebenso findet das zweite Gesetz sei Anwendung. Aus dem Verhältnifs, nach welchem sich e zusammengesetzter Stoff mit zwei andern verbindet, läfst si berechnen, nach welchem Verhältnifs sich diese beiden m einander verbinden werden. So sind 20,7 Theile Bittererde

Digitized by Google

tererdehydrat mit 9 Wasser und im Bittersalz mit 40 Schwe-säure verbunden und es bilden auch gerade 9 Theile Was- mit 40 Schwefelsäure die proportionirte Verbindung des tiolöls. Es lassen sich auf diese Weise auch die *Aequi-lente, Mischungsgewichte* oder *Atomgewichte der zusam-gesetzten Stoffe* auffinden. Man kann z. B. das der Schwe-säure = 1000 setzen und dann das des Wassers = 225, der Bittererde = 517,5, das des Bleioxyds = 2795, da findet, daſs sich 1000 Theile Schwefelsäure mit den ge-nten Mengen jener Verbindungen vereinigen. Das Atom-wicht der Salpetersäure würde hiernach 1350 betragen, denn 2795 Theilen Bleioxyd oder 517,5 Bittererde verbinden 1350 Salpetersäure u. s. w. Die so erhaltenen stöchio-schen Zahlen würden aber mit den bei den einfachen fen gefundenen nicht im Einklange stehn, da bei ihnen Atomgewicht des Wasserstoffes = 1 oder das des Sauer-s = 100 gesetzt wurde, hier hingegen das der Schwefel-re = 1000. Es giebt aber noch eine zweite Methode, die gewichte der Verbindungen zu finden, bei welcher zu-ich dieser Einklang erhalten wird. Man erhält nämlich rch Addition der Atomgewichte der Bestandtheile das Atom-wicht der Verbindung. Da z. B. in der Schwefelsäure ein m Schwefel mit 3 Atomen Sauerstoff verbunden ist und das mgewicht des Schwefels 16, das des Sauerstoffes 8 be-, so ist das Atomgewicht der Schwefelsäure $= 16 + 3 \cdot 8 = 40$. enso ist das Atomgewicht des Bleioxyds, in welchem 1 Atom tall mit 1 Atom Sauerstoff verbunden ist, $= 103{,}8 + 8 = 111{,}8$. Wenn man zu 111,8 Theilen Bleioxyd 100 oder mehr Theile it Wasser verdünnter Schwefelsäure fügt und das Gemenge mälig bis zum Glühen erhitzt, so verdampft mit dem Was-r der im Ueberschusse vorhandene Theil der Schwefelsäure nd es bleiben 151,8 Theile schwefelsaures Bleioxyd, worin 40 Theile Schwefelsäure mit 111,8 Bleioxyd verbunden nd. Wenn man ferner Bleiglanz, die Verbindung von 1 tom Blei und 1 Atom Schwefel, mit Salpetersäure bis zur Trockne abdampft, welche an das Blei und den Schwefel den r Bildung von Bleioxyd und Schwefelsäure nöthigen Sauer-stoff abtritt, so bleibt dieselbe Verbindung von 111,8 Theilen Bleioxyd und 40 Theilen Schwefelsäure, der sich weder durch Wasser etwa überschüssige Schwefelsäure, noch durch Essig-

Digitized by Google

säure etwa überschüssiges Bleioxyd entziehn läfst, weil n lich 1 Atom Blei gerade 1 Atom Bleioxyd und 1 Atom Sch fel gerade 1 Atom Schwefelsäure beim Hinzufügen von Sa stoff bildet und weil sich Bleioxyd und Schwefelsäure g nach dem Verhältnisse von 1 Atom zu 1 Atom verein Hiermit hängt zusammen, dafs, wenn solche Verbindunge zweiten Ordnung, wie schwefelsaures Bleioxyd, in ihren hern Bestandtheilen einen gemeinschaftlichen entferntern halten, wie Sauerstoff, die Mengen desselben in den nä Bestandtheilen in einem einfachen Verhältnisse zu ein stehn und z. B. die Menge des Sauerstoffs in der Schw säure gerade 3 Mal so grofs ist, wie die Menge des Sa stoffes in dem damit verbundenen Bleioxyde. Die That dafs das Mischungsgewicht in einer Verbindung gefunden durch Addition der Mischungsgewichte ihrer Bestandth spricht sehr zu Gunsten der atomistischen Theorie und ersch nach dieser als eine nothwendige Folge. Wenn wir nach ser Theorie annehmen, 1 Atom Blei verbinde sich mit 1 Sauerstoff zu 1 Atom Bleioxyd, so mufs dieses so viel wi wie 1 Atom Blei + 1 Atom Sauerstoff, also 103,8 + 8 = 11 Ebenso mufs 1 Atom Schwefelsäure 40 wiegen, da in Atom Schwefel = 16 mit 3 Atomen Sauerstoff = 3.8 v bunden gedacht werden. Wenn sich nun im schwefelsa Bleioxyd 1 Atom Bleioxyd mit 1 Atom Schwefelsäure ver nigt, so kommen hier 111,8 Theile Bleioxyd auf 40 Sch felsäure, wie dieses die Erfahrung lehrt. So bildet sic Atom schwefelsaures Bleioxyd, welches 151,8 wiegt und diesem Gewichte mit dem kohlensauren Bleioxyd eine nat liche Verbindung bildet.

Aus dem über die proportionirten Verbindungen Mit theilten ergiebt sich ohne Schwierigkeit die Bildung der v Berzelius eingeführten chemischen Formeln und die stöch metrische Berechnung.

Eine *chemische Formel* drückt die Zusammensetzung ei ner proportionirten Verbindung nach ihren Bestandtheilen u deren relativer Menge durch Zeichen und Zahlen aus. D Zeichen sind die in der obigen Tafel, Columne B, bemerkt Anfangsbuchstaben, durch welche die einfachen Stoffe b zeichnet werden. Aufserdem haben mehrere, besonders or ganische Verbindungen eigene Zeichen erhalten; z. B. Wass

Digitized by Google

Aq.; Cyan = Cy.; Weinsäure = $\overline{T}$; Citronensäure = $\overline{C}$; Essäure = $\overline{A}$ u. s. w. Die beigefügten Zahlen geben die re... Zahl der Atome an, nach welcher sich die Elemente in ... Verbindungen vorfinden; ein Zeichen ohne Zahl deutet ... dafs von dem durch das Zeichen ausgedrückten Stoffe nur ... in dem zusammengesetzten Atom enthalten ist, da ... Zufügung der Zahl 1 überflüssig ist. So ist das Bleioxyd ...O, die Schwefelsäure SO^3, das schwefelsaure Bleioxyd ...$O+SO^3$, das einfach kohlensaure Kali $KO+CO^2$, das ...allisirte doppelt kohlensaure Kali, worin 1 Atom Krystallwasser, $KO+CO^2+HO$, das krystallisirte schwefel...Ammoniak, worin 1 Atom Krystallwasser, NH^3+SO^3+HO, ... der krystallisirte Kali-Alaun, als Beispiel einer sehr ver...elten Verbindung, =

$$(KO+SO^3)+(Ae^2O^3+3SO^3)+(24HO).$$

...e letzteren Formeln zeigen zugleich dafs bei Verbindungen der zweiten Ordnung die näheren Bestandtheile durch das ...ichen vereinigt werden, und dafs bei Verbindungen ei...höhern Ordnung noch Klammern nöthig sind, um eine ...liche Uebersicht der Art, wie die Elemente verbunden ..., zu gewähren.

Bei diesen Formeln werden meistens die elektropositiveren ...e, wie Metalle, Salzbasen u. s. w., zuerst, und die elektronegativeren, wie Sauerstoff, Chlor, Säuren, zuletzt ge... Dieses stimmt jedoch nicht mit der chemischen Sprache ...ein; überall, wo eine Verbindung nach ihren Bestandtheilen benannt ist, geht der elektronegativere voraus; man sagt ...t Kalium-Chlor, sondern Chlor-Kalium, nicht Bleioxyd...wefelsäure, sondern schwefelsaures Bleioxyd u. s. w. Es ...de daher das Lesen der chemischen Formeln bedeutend ...ichtern, wenn ihre Bestandtheile nach derselben Ordnung gestellt würden, wie sie ausgesprochen werden.

Die rechts oben von einem Zeichen gesetzten Zahlen ha... hier und da Anstofs gegeben, da diese Stellung in den ...ebraischen Formeln eine Potenz ausdrückt. Daher setzen ...che Chemiker die Zahl rechts unten; z. B. Schwefelsäure SO_3, jedoch ist das Zeichen oben bequemer zu lesen. ...e Wissenschaft, die der Formeln bedarf, hat das Recht, ... hierzu nöthigen Zeichen und Zahlen nach ihrem Bedürfnifs

Digitized by Google

zu benutzen; die Mathematik nimmt die Zeichen (.) und ja auch in einem ganz andern Sinne, als die Schriftsp eine Verwechselung der chemischen Formeln mit den alge schen ist nicht zu befürchten.

Endlich kommen bei den chemischen Formeln fo Abkürzungen vor. Da der Sauerstoff in so vielen Verbi gen enthalten ist, so wird er oft nur durch Puncte au drückt, die über das Zeichen des Stoffes, mit dem er bunden ist, gesetzt werden und deren Zahl die Meng in einem zusammengesetzten Atom enthaltenen Sauerstoff ausdrückt. Somit wäre Wasser $= \dot{H}$; Bleioxyd $= \dot{P}b$; Sc felsäure $= \dddot{S}$; Salpetersäure $\overset{\therefore}{N}$; schwefelsaures Bleioxyd = u. s. w. So sind auch senkrechte Striche, über das Ze des andern Stoffes gesetzt, zur Bezeichnung der Sch atome vorgeschlagen worden, und Puncte, unter das Ze gesetzt, zur Bezeichnung der Wasserstoffatome.

Die *stöchiometrische Berechnung* beruht auf Folg Die Menge (M) irgend eines Bestandtheils in einer geg Menge irgend einer proportionirten Verbindung wird durch Factoren bestimmt, nämlich durch sein Atomgewicht (G) durch die relative Zahl der Atome (Z), die in der Ver dung enthalten sind. 100 Theile Wasser enthalten nur 11 Wasserstoff auf 88,889 Sauerstoff, wiewohl von beiden S fen eine gleiche Atomzahl darin vorkommt, weil das Ato wicht des Sauerstoffs 8 Mal so grofs ist, als das des Wa stoffs; dagegen enthalten 100 Theile Schwefelsäure 40 Sch fel auf 60 Sauerstoff, wiewohl das Atomgewicht des Sch fels 2 Mal so grofs ist, als das des Sauerstoffs, weil b Atome Sauerstoff auf 1 Atom Schwefel kommen. Aus d Betrachtung ergeben sich folgende Formeln: $M = Z.g$, fe $\frac{M}{Z} = g$ und $\frac{M}{g} = Z$.

Die erste Formel findet ihre Anwendung, wenn ma relative Menge der in einer bestimmten Menge irgend ei Verbindung enthaltenen Bestandtheile erfahren will. M multiplicirt hier das Atomgewicht eines jeden Bestandtheils der Zahl der Atome, welche von ihm in das zusammen setzte Atom eingehn, addirt die so erhaltenen Gröfsen und hält so eine Summe (das Atomgewicht der Verbindung), v

man weiſs, wie viel hierin jeder Bestandtheil beträgt, wor-ihre Menge durch den Dreisatz für jede andere gegebene ...ge der Verbindung gefunden werden kann. Ein Beispiel ...e dieses erläutern. Wie viel betragen die Bestandtheile des ...felsauren Bleioxyds ($PbO + SO^3$) in 100 Theilen? ...O ist 103,8 + 8 = 111,8; SO^3 ist 16 + 3.8 = 40; also $PbO + SO^3$ = 111,8 + 40 = 151,8. Hieraus findet sich, ...151,8 schwefelsaures Bleioxyd enthalten: 111,8 Bleioxyd ...40 Schwefelsäure, oder, an entfernten Bestandtheilen, ...8 Blei, 16 Schwefel und 32 Sauerstoff. Also enthalten ... Theile schwefelsaures Bleioxyd (151,8 : 111,8 = 100 : x) ...5 Theile Bleioxyd und (151,8 : 40 = 100 : x) 26,35 Theile ...felsäure, oder sie enthalten (151,8 : 103,8 = 100 : x) ...8 Theile Blei, (151,8 : 16 = 100 : x) 10,54 Theile Schwe-...el (151,8 : 32 = 100 : x, 21,08 Theile Sauerstoff. Fol-...e Tabelle macht diese Berechnungsweise noch anschau-...:

	Z. G = M	In 100	In 100
Pb	1 . 103,8 = 103,8	68,38	
O	1 . 8 = 8	5,27	
PbO	= 111,8		73,65
S	1 . 16 = 16	10,54	
O	3 . 8 = 24	15,81	
SO^3	40		26,35
$PbO + SO^3$	151,8		100,00

Mittelst der zweiten Formel findet man das Atomgewicht ...Stoffe, wenn die relative Menge, nach welcher sie in einer ...bindung enthalten sind, bekannt und die Zahl der Atome, ...welcher sie mit einander verbunden sind, nach Wahr-...lichkeitsgründen festgesetzt ist. Der Versuch habe er-..., daſs 100 Theile Schwefelsäure 40 Schwefel und 60 ...stoff halten, und man nehme an, daſs hierbei je 1 Atom ...fel mit 3 Atomen Sauerstoff verbunden ist:

M : Z = G
S 40 : 1 = 40
O 60 : 3 = 20.

...ach verhält sich das Atomgewicht des Schwefels zu

dem des Sauerstoffs = 40 : 20 = 2 : 1; hat man nun das Sauerstoffs = 8 gesetzt, so mufs das des Schwefels = 16 sey

Die dritte Formel lehrt die Zahl der Atome in einer bindung ermitteln, wenn die relative Menge der Bestand und ihr Atomgewicht bekannt ist. Wäre z. B. die Zu mensetzung der Schwefelsäure und das Atomgewicht des Sch fels und des Sauerstoffs bekannt, so würde nach obiger mel folgende Berechnung vorzunehmen seyn:

$$M : G = Z$$
$$S\ 40 : 16 = 2{,}5$$
$$O\ 60 : 8 = 7{,}5.$$

Nach dieser Berechnung sind je 2,5 Atome Schwefel m 7,5 Atomen Sauerstoff vereinigt; die so erhaltenen Zahlen ducirt man auf möglichst einfache und erhält in diesem 2,5 : 7,5 = 1 : 3.

Etwas verwickelter ist folgendes Beispiel. Der Feldsp hält in 100 Theilen 16,65 Kali, 18,14 Alaunerde und Kieselerde. Hier sind zuerst die Atomgewichte dieser hern Bestandtheile zu berechnen:

K 39,2	2 Al. 27,4	Si 14,8
O 8	3O 24	2O 16
Kali 47,2	Alaunerde 51,4	Kieselerde 30,8

	M : G	= Z
Kali	16,65 : 47,2	= 0,3528
Alaunerde	18,14 : 51,4	= 0,3528
Kieselerde	65,21 : 30,8	= 2,1172

0,3528 : 0,3528 : 2,1172 = 1 : 1 : 6;

also 1 Atom Kali, 1 Alaunerde, 6 Kieselerde, wohl au gende Weise zu einem kieselsauren Doppelsalz verei $(KO + 3SiO^2) + (Al^2O^3 + 3SiO^2)$.

Da in die meisten Verbindungen wenigstens ein Be theil nur mit 1 Atom eingeht, so kann man in der Reg kleinsten Quotienten, der durch die Division der Meng dem Atomgewicht erhalten wird, = 1 Atom annehmen durch Division der gröfsern Quotienten mit dem kleinste Atomzahl der übrigen Bestandtheile finden. Doch kon hiervon viele Ausnahmen vor, besonders bei organischen bindungen. So enthalten 100 Theile krystallisirte Wein

Theile Kohlenstoff, 4 Wasserstoff und 64 Sauerstoff. Die echnung giebt hier

M : G = Z
C 32 : 6 = 5,33..
H 4 : 1 = 4
O 64 : 8 = 8

5,33... = 3:4; 4:8 = 3:6; also 4 Atome Kohlenstoff, 3 sserstoff, 6 Sauerstoff.

Um bei diesen stöchiometrischen Arbeiten der Mühe der chnung durch den Dreisatz zu überheben, hat Wolla-g[1] die schon früher bekannten *logarithmischen Rechen-* zu diesem Behufe eingerichtet und als *chemische Aequi-lentscalen* eingeführt[2]. Auf einem, in der Mitte eines len Bretes der Länge nach hin und her beweglichen ber finden sich die Zahlen 10 bis 500 in Entfernungen, ihren Logarithmen entsprechen, so dafs z. B. der Raum chen 10 und 11 so grofs ist, wie der zwischen 100 und . Rechts und links von diesem Schieber sind auf das Bret Namen der einfachen Stoffe und ihrer wichtigern Verbin-gen an den ihren Atomgewichten entsprechenden Stellen zeichnet. Wenn sich der Schieber ganz im Bret befin-, d. h. weder oben noch unten hervorragt, so steht bei Sauerstoff, bei 11,25 Wasser, bei 12,5 Wasserstoff 10 me, bei 20 Sauerstoff, 2 Atome und Schwefel, bei 30 Sauer- 3 Atome, bei 40 Sauerstoff 4 Atome, bei 50 Schwefel-re, bei 130 Blei, bei 140 Bleioxyd, bei 190 schwefel-s Bleioxyd u. s. w. So läfst sich bei dieser Stellung des bers sehn, dafs 190 Theile schwefelsaures Bleioxyd 140 xyd und 50 Schwefelsäure oder 130 Blei, 20 Schwefel 40 Sauerstoff enthalten, denn es ist vorausgesetzt, dafs die Atomzahl der Bestandtheile kennt. Will man nun n, wie viel die Bestandtheile in 100 Theilen schwefelsau-Bleioxyds betragen, so stellt man den Schieber so, dafs Zahl 100 sich beim schwefelsauren Bleioxyd befindet, wo dann bei den Bestandtheilen die entsprechenden Zahlen n. Auf diese und mehrere andere Weisen gewährt die

---

1 Thomson Annals T. IV. p. 176.
2 Vergl. Schweigger's Journ. Th. XIV. S. 115.

Aequivalentenscale mannigfache Anwendung. Da jedoch Zahlenbrüche an den Abtheilungen des Schiebers nicht ge- nau taxirt werden können, als man sie durch die Be- nung erhält, da ferner die Zahl der einfachen Stoffe u rer Verbindungen so grofs ist, dafs ihre Namen nicht all dem Brete Platz finden, und da die Aufsuchung derselb mehr Zeit kostet, als die Berechnung, so hat sich der brauch der Aequivalentenscale nicht sehr verbreitet.

Verhältnifs des Atomgewichtes der ei chen Stoffe zu ihrem specifischen wichte.

1) Bei starren und tropfbar-flüssigen Stoffe

Enthielte 1 Mafs eines Stoffes gerade so viele At wie 1 Mafs eines andern, so würden sich ihre spec Gewichte verhalten, wie ihre Atomgewichte. Dafs die doch bei den starren und tropf-barflüssigen Stoffen nich Fall ist, ergiebt sich schon vorläufig aus folgender Be tung. Je schwerer die Atome eines Stoffes sind, desto g sind sie auch und desto weniger können auch, wenn die Zwischenräume gleich grofs annimmt, in einem besti ten Raume enthalten seyn; ferner zeigt die Erfahrung, die Zwischenräume bei demselben Stoffe verschieden seyn können, dafs z. B. ein nach dem Schmelzen er tes Metall specifisch leichter ist, als ein gestrecktes; ei dehnt sich der eine Stoff beim Erwärmen mehr aus, al andere. Wenn also auch zwei Stoffe bei einer bestim Temperatur, bei gleichem Volumen gleich viele Atome halten sollten, so würde dieses bei jeder andern Tempe nicht mehr der Fall seyn. Aus diesen Gründen ist bei ren und tropfbaren Stoffen überhaupt hinsichtlich der A zahl bei gleichem Volumen kein festes Gesetz denkbar. auf folgender Tabelle gegebene Vergleichung der Atom wichte mit den specifischen Gewichten zeigt zwar, dafs Ganzen mit gröfsern Atomgewichten auch gröfsere specifi Gewichte gegeben sind, jedoch mit vielen Ausnahmen ohne dafs es möglich wäre, ein Gesetz zu ermitteln.

Digitized by Google

pecifische Gewicht entspringt aus der Zahl der Atome, i einem bestimmten Raume enthalten sind, multiplicirt rem Gewicht, so giebt das specifische Gewicht eines jeloffes, dividirt durch sein Atomgewicht, die Atomzahl ichem Volumen. Die Stoffe sind in der Ordnung auf-l, wie der Quotient oder die Atomzahl abnimmt. Setzt ie Atomzahl des Kaliums, welche die kleinste ist, auf reducirt hiernach die übrigen Quotienten, so erhält ie Zahlen der letzten Columne. Stoffe, deren specifi-Gewicht nicht hinreichend bekannt ist, sind hinwegn.

	Specif. Gewicht	Atomgewicht	Atomzahl	Reducirte Atomzahl
Kohlenstoff	3,50	6	0,583	27
Kobalt	8,70	29,6	0,294	14
Gold	19,20	66,4	0,289	13
Mangan . . .	8,00	27,6	0,289	13
Eisen	7,84	27,2	0,288	13
Nickel	8,40	29,6	0,284	13
Kupfer	8,79	31,8	0,276	12,5
Palladium . .	12,00	53,4	0,225	10,4
Titan	5,30	24,5	0,216	9,8
Platin	21,00	98,7	0,213	9,7
Zink	6,86	32,2	0,212	9,7
Rhodium . . .	11,10	52,2	0,211	9,6
Chrom	5,90	28,1	0,210	9,6
Tellur	6,24	32	0,195	9
Scheel	17,40	95	0,183	8,3
Molybdän . .	8,60	48	0,179	8,1
Kadmium . .	8,67	55,8	0,155	7
Wismuth . .	9,82	71	0,138	6.3
Quecksilber .	13,60	101,4	0,134	6
Schwefel . . .	2,00	16	0,125	5,7
Zinn	7,29	59	0,123	5,6
Blei	11,35	103,8	0,109	5
Selen	4,3	40	0,107	4,9
Silber	10,48	108,2	0,097	4,5
Arsenik . . .	5,96	75,2	0,079	3,6
Phosphor . . .	1,75	31,4	0,056	2,5
Antimon . . .	6,72	129	0,052	2,4
Natrium . . .	0,97	23,2	0,042	1,9
Uran	9,00	217	0,041	1,9
Iod	4,95	126	0,039	1,8
Brom	2,98	78,4	0,039	1,8
Chlor	1,33	35,4	0,037	1,7
Kalium . . .	0,865	39,2	0,022	1

Digitized by Google

Aus der Uebersicht dieser Tabelle ergiebt sich Folgendes.
1) Ein gleiches Mafs verschiedener starrer und tropfbarer ...cher Stoffe enthält eine sehr verschiedene Zahl von Ato... und dieselbe kann von 1 bis 27 variiren. Wenn z. B. Kubikzoll Kalium 1.x Atome Kalium hält, so hält ein ...zoll Diamant 27.x Atome Kohlenstoff. Die Zwischen... zwischen den Atomen des Kaliums müssen daher viel ... seyn, als die zwischen denen des Kohlenstoffs. Wel... Ursachen veranlassen die Atome der verschiedenen Stoffe, bald mehr, bald weniger zu nähern? Wahrscheinlich verschiedene Anziehung gegen einander, ihre verschie... Anziehung gegen die Wärme, welche die Poren aus..., ihre verschiedene Gröfse und vielleicht auch ihre ver...dene Gestalt. Je gröfser die Anziehung der Atome ge...ander, die Cohäsion ist, desto dichter legen sie sich an...der. Gerade der härteste Körper, der Diamant, hält bei ...em Volumen die gröfste Zahl von Atomen. Entweder ... grofse Cohäsion die Folge der grofsen Annäherung Atome, oder diese Annäherung ist Folge der grofsen Co..., d. h., der Anziehung der Kohlenstoffatome gegen ein..., oder beides findet zugleich statt, d. h., die grofse Härte Diamants entspringt aus der starken Anziehung der Koh...ffatome gegen einander und zugleich aus der dadurch ...ten grofsen Annäherung derselben. Auch die übrigen ... folgen sich *ungefähr* in der Ordnung ihrer Cohäsion; ...ärtern Metalle gehn den weichern voraus und das weiche ... beschliefst die Reihe. Doch zeigen die vielfach vor...enden Ausnahmen, dafs aufser der Cohäsion noch an... Umstände auf die Atomzahl einfliefsen.

Hierher gehört ohne Zweifel die verschiedene Anziehung Stoffe gegen die Wärme. Je gröfser diese, desto mehr ... häuft sich in ihren Zwischenräumen an, desto mehr ... hierdurch die Atome aus einander gehalten. Mit die... gröfsern Anziehung zur Wärme ist auch die Neigung der ..., mit ihr elastische Flüssigkeiten zu bilden, verknüpft, so findet es sich, dafs die fixeren, also die mit gerin... Anziehung gegen die Wärme begabten Stoffe, wie Koh...toff und die fixeren Metalle, eine gröfsere Atomzahl be..., als Schwefel, Selen, Phosphor, Iod, Brom, Chlor die flüchtigeren Metalle. Nur das flüchtige Zink und

Tellur und das feuerbeständige Silber und Uran machen hi
von eine Ausnahme.

Endlich hat ohne Zweifel auch die Gröſse der Atome
nen Einfluſs auf die Atomzahl. Je schwerer, also auch
gröſser die Atome sind, desto weniger können bei gleich gro
Zwischenräumen in einem bestimmten Volumen Platz hab
Dieses ist vielleicht eine der Ursachen, warum das Uran e
so geringe Atomzahl besitzt, und warum die des Natriu
dessen Atomzahl nur 23,2 beträgt, fast doppelt so groſs
als die des Kaliums, dessen Atomgewicht = 39,2. Auch
groſse Atomzahl des Kohlenstoffs ist zum Theil von sei
kleinen Atomgewichte abzuleiten. Wenn übrigens auch n
diesen Beispielen kaum zu bezweifeln seyn möchte, daſs
Anziehung der Atome gegen einander und gegen die Wä
so wie ihr Gewicht auf die Zahl der Atome bei gleichem V
lumen einen groſsen Einfluſs ausüben, so kommen doch
viele Ausnahmen vor, als daſs man diese Umstände als
einzigen, von welchen die Atomzahl abhängt, betrach
könnte.

2) Viele Elemente, die sich in ihren übrigen Verhält
sen nahe stehn, zeigen ungefähr die gleiche Atomzahl, z
Kobalt, Mangan, Eisen, Nickel und Kupfer; Platin und R
dium; Scheel und Molybdän; Iod, Brom und Chlor. A
ist die Atomzahl des Arseniks die anderthalbfache von der
Phosphors und Antimons, die des Natriums beinahe die d
pelte von der des Kaliums.

3) Da die starren und tropfbaren einfachen Stoffe
selten bei gleichen Maſsen eine gleiche Anzahl von Ato
enthalten, so kann es nur selten vorkommen, daſs sie
nach einfachen Maſsverhältnissen vereinigen. Wollte man
1 Kubikzoll Schwefel mit 1 Kubikzoll Blei zusammenbrin
so würden je 5,7 Atome Schwefel auf 5 Atome Blei komm
also, da sich beide Stoffe nach gleicher Zahl der Atome v
einigen, ein Theil des Schwefels unverbunden bleiben.
gegen würden mehr als 2 Kubikzoll Schwefel nöthig s
um 1 Kubikzoll Eisen in Einfachschwefeleisen zu verwan
da sich die Atomzahl bei gleichem Volumen verhält = 5,7
Ueberhaupt finden nach Ausweis der Tabelle so vielfache V
schiedenheiten in der Atomzahl bei gleichem Volumen st
daſs auch durch Multiplication des Volumens des einen St

Digitized by Google

1¼, 1½, 2 u. s. w. keine genauen Verhältnisse herauskom-n. Berücksichtigt man aufserdem, dafs dasselbe Metall, je ndem es gestreckt ist oder nicht, eine verschiedene Atom-l besitzen mufs, dafs sich ferner die Stoffe beim Erwär-n verschieden stark ausdehnen und ein, etwa bei einer wissen Temperatur gefundenes Gesetz, bei jeder andern un-ltig seyn würde, so wird es klar, dafs die Bestrebungen n Meinecke[1] und von Frère de Montizon[2], bei starren d tropfbaren Stoffen einfache Mafsverhältnisse aufzufinden, h welchen sie sich vereinigen sollten, erfolglos bleiben ssten.

2) Bei elastisch-flüssigen Stoffen.

Wie bereits bei der Erörterung über die Zahl der Was-stoffatome im Wasser auseinandergesetzt worden ist, so steht s Atomgewicht der elastischen Flüssigkeiten, sie seyen per-manente oder Dämpfe, sie seyen einfach oder zusammenge-tzt, in einem bestimmten einfachen Verhältnisse zu ihrem ecifischen Gewichte. Folgende Tabelle wird dieses anschau-lich machen, auf welcher zur Vervollständigung der Ueber-sicht auch den einfachen Gasen auch mehrere zusammenge-tzte aufgeführt sind, mit Bezeichnung ihrer Zusammensetzung rch chemische Formeln auf der letzten Columne. Die in ser Tafel vorkommenden specifischen Gewichte, bei wel-chen das der Luft = 1 angenommen ist, sind gröfstentheils s aus mehreren Bestimmungen berechnete Mittel. Die so hwierigen und deshalb nicht immer eine genaue Ueberein-stimmung gewährenden Bestimmungen des specifischen Ge-wichts vieler Dämpfe verdanken wir Dumas und Mitscher-lich und ihre Angaben sind durch D und M bezeichnet. Wie i der vorigen Tafel, giebt auch hier das specifische Gewicht, rch das Atomgewicht dividirt, die Zahl der Atome bei glei-chem Volumen. Bei der Reduction der so erhaltenen Zahlen f einfachere Verhältnisse wurde die Atomzahl des Phosphor-wasserstoffgases und der folgenden = 1 gesetzt.

---

1 Dessen chemische Mefskunst. Halle u. Leipz. 1815.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. VII. p. 7.

Digitized by Google

	Specifisches Gewicht		Atomgewicht	Atomzahl	Reducirte Atomzahl	
Schwefel . .	6,9000	M	16	0,4312	12	
Phosphor . .	4,4200	D	31,4	0,1408	4	
Arsenik . . .	10,6000	M	75,2	0,1423	4	
Sauerstoff . .	1,1093		8	0,1386	4	
Wasserstoff .	0,0693		1	0,0693	2	
Iod	8,7160	D	126	0,0691	2	
Brom	5,5400	M	78,4	0,0709	2	
Chlor	2,4543		35,4	0,0693	2	
Stickstoff . .	0,9706		14	0,0693	2	
Quecksilber .	6,9760	D	101,4	0,0688	2	
Oelerzeugendes Gas	0,9706		7	0,1386	4	CH
Arsenige Säure	13,8500	M	99,2	0,1396	4	As O
Wasser . . .	0,6239		9	0,0693	2	H O
Kohlenoxyd	0,9709		14	0,0693	2	C O
Kohlensäure .	1,5252		22	0,0693	2	C O
Kohlenwasserstoff . . .	0,5546		8	0,0693	2	C H
Schweflige Säure . . .	2,2186		32	0,0693	2	S O
Schwefelsäure	3,0000	M	40	0,0750	2	S O
Hydrothionsäure . . .	1,1786		17	0,0693	2	S H
Schwefelkohlenstoff . .	2,6345		38	0,0693	2	C S
Selenige Säure	4,0000	M	56	0,0714	2	Se O
Phosgen . . .	3,4249		49,4	0,0693	2	C Cl O
Halb-Chlor-Schwefel .	4,7000	D	67,4	0,0696	2	S^2 C
Stickoxydul .	1,5252		22	0,0693	2	N O
Chlorsilicium	5,9390	D	85,6	0,0693	2	Si Cl
Fluorsilicium	3,6050		52,2	0,0690	2	Si F
Chlortitan . .	6,8360	D	95,3	0,0716	2	Ti Cl
Doppelt-Chlor-Zinn . . .	9,1997	D	129,8	0,0708	2	Sn Cl
Einfach-Iod-Quecksilber	15,9000	M	227,4	0,0699	2	Hg I
Einfach-Brom-Quecksilber	12,1600	M	179,8	0,0676	2	Hg Br

Digitized by Google

	Specifisches Gewicht		Atomgewicht	Atomzahl	Reducirte Atomzahl	
Einfach-Chlor-Quecksilber	9,8000	M	136,8	0,0716	2	$Hg\,Cl$
Cyan	1,8026		26	0,0693	2	$N\,C^2$
Aether	2,5652		37	0,0693	2	$C^4\,H^5\,O$
Klee-Naphtha	5,0870		73	0,0697	2	$C^5\,H^5\,O^4$
Zinnober . . .	5,5100	M	117,4	0,0469	$1\frac{1}{3}$	$Hg\,S$
Phosphorwasserstoff . .	1,1910		34,4	0,0346	1	$P\,H^3$
Hydriodsäure	4,3677		127	0,0344	1	$I\,H$
Chloroxyd . .	2,3365		67,4	0,0347	1	$Cl\,O^4$
Salzsaure . .	1,2618		36,4	0,0347	1	$Cl\,H$
Chlor-Boron	3,9420	D	116,7	0,0338	1	$B\,Cl^3$
Dreifach-Chlor-Phosphor .	4,8750	D	137,6	0,0354	1	$P\,Cl^3$
Fluor-Boron	2,3124		66,6	0,0347	1	$B\,F^3$
Stickoxyd . .	1,0399		30	0,0346	1	$N\,O^2$
Untersalpetersäure . . .	1,7200	M	46	0,0373	1	$N\,O^4$
Ammoniak . .	0,5893		17	0,0346	1	$N\,H^3$
Arsenikwasserstoff	2,6950	D	78,2	0,0345	1	$As\,H^3$
Dreifach-Iod-Arsenik . .	16,1000	M	453,2	0,0355	1	$As\,I^3$
Dreifach-Chlor-Arsenik . .	6,3006	D	181,4	0,0347	1	$As\,Cl^3$
Dreifach-Chlor-Antimon . .	7,8000	M	235,2	0,0332	1	$Sb\,Cl^3$
Halb-Brom-Quecksilber	10,1400	M	281,2	0,0360	1	$Hg^2\,Br$
Halb-Chlor-Quecksilber	8,3500	M	238,2	0,0350	1	$Hg^2\,Cl$
Blausäure . .	0,9359		27	0,0346	1	$N\,C^2\,H$
Chlor-Cyan	2,1285		61,4	0,0346	1	$N\,C^2\,Cl$
Weingeist . .	1,5946		46	0,0346	1	$C^4\,H^6\,O^2$
Essig-Naphtha	3,0670		88	0,0346	1	$C^8\,H^8\,O^4$
Fünffach-Chlor-Phosphor .	4,8500	M	208,4	0,0233	$\frac{2}{3}$	$P\,Cl^5$

Google

Aus dieser Tabelle ergiebt sich, dafs alle einfache zusammengesetzte Stoffe, wenn sie sich im elastisch-flüs Zustande befinden, mit Ausnahme von zweien, bei gl Massen entweder 1, 2, 4 oder 12 Mal x Atome ent und hiernach zerfallen sie in folgende Classen:

1) *Zwölfatomige Gase:* Schwefel.

2) *Vieratomige Gase:* Sauerstoff, Phosphor, Ar ölerzeugendes Gas und arsenige Säure.

3) *Zweiatomige Gase:* Wasserstoff, Iod, Brom, C Stickstoff, Quecksilber, Wasser, Kohlenoxyd, Kohlen u. s. w.

4) *Einatomige Gase* kommen blofs bei zusamm setzten Stoffen vor, wie Phosphorwasserstoff, Hydrio Salzsäure u. s. w.

Als Ausnahmen bleiben der Zinnober, welcher ein miges Gas, und der Fünffach-Chlor-Phosphor, welcher ein miges Gas bildet. Läfst man vor der Hand diese ge zeln stehenden Fälle bei Seite, so läfst sich der Satz so chen: wenn ein Stoff Gasgestalt annimmt, so umgeb die Atome desselben mit Wärmesphären, deren Gr verschiedenen Materien theils gleich ist, theils in ei Verhältnissen abweicht, indem sich das Volumen der mesphären verhält wie 1 (bei zwölfatomigen Gasen): 3 (bei atomigen): 6 (bei zweiatomigen): 12 (bei einatomigen). Je ner die Gaskugeln, d. h. die Atome mit ihren Wärm ren sind, eine desto gröfsere Zahl derselben geht in de ben Raum, also z. B. von den Gaskugeln des Schwef Mal so viel, als von den 12 Mal so grofsen Gaskugel Salzsäure.

Dafs bei den gasförmigen Stoffen ein bestimmtes Ver nifs zwischen Atomgewicht und specifischem Gewicht st det, bei den starren und tropfbaren nicht, ist von folgend sachen abzuleiten. Bei letzteren bewirkt die verschieden Cohäsion eine verschieden starke Annäherung der Atom dadurch eine verschiedene Weite der Zwischenräume; be Gasarten dagegen ist die Cohäsion aufgehoben. Ferne bei den festen und flüssigen Stoffen die verschiedene G der Atome bedeutendern Einflufs; je gröfser sie sind, weniger reichen, wenn die Zwischenräume nicht unve

Digitized by Google

mäſsig verengert werden, zur Ausfüllung eines bestimmten mes hin. Bei den Gasarten dagegen, wo jedes Atom mit r Wärmesphäre umgeben ist, die oft mehr als das Tauſache vom Volumen des Atoms betragen mag, hat die im hältniſs hierzu höchst unbedeutende Differenz der Gröſse Atome verschiedener Stoffe auf die Gröſse der Gaskugeln en Einfluſs. Warum jedoch die Gaskugeln je nach der t des Stoffs ein ein-, drei-, sechs- oder zwölffaches Vom besitzen, hiervon läſst sich bis jetzt kein Grund, auch vermuthungsweise, angeben.

Es ergiebt sich aus diesem einfachen Verhältnisse, in welm specifisches und Atomgewicht der gasförmigen Stoffe zu nder stehn, daſs, um zwei gasförmige Stoffe nach gleicher l der Atome zusammenzubringen, in dem Falle gleiche se beider Gase nöthig sind, wenn sie zu derselben Classe hren, dagegen mehrere Maſse des einen Gases auf eines andern, wenn das letztere bei gleichen Maſsen mehr Atoenthält. So verdichtet sich 1 Maſs salzsaures Gas genau 1 Maſs Ammoniakgas zu Salmiak, weil beide Gase einmig sind; dagegen sind auf 1 Maſs Sauerstoffgas 2 Maſs sserstoffgas zur Bildung von Wasser nöthig, weil das rstoffgas vier- und das Wasserstoffgas zweiatomig ist. Maſs des zwölfatomigen Schwefeldampfes würde 3 Maſs s vieratomigen, 6 eines zweiatomigen und 12 eines einmigen Gases nöthig haben, wenn eine Verbindung nach cher Atomzahl statt finden sollte. Hätte man 1 Atom ei-Stoffes mit $1\frac{1}{2}$, 2, 3 oder mehr Atomen des andern zu inigen, so wären die bei gleicher Atomzahl nöthigen se des letztern Stoffes mit einer dieser Zahlen zu multiiren. Es finden daher alle Verbindungen der gasförmigen fe nach einfachen Maſsverhältnissen statt und es sind folde bekannt: 1 Maſs zu 1 Maſs (salzsaures und Ammoniak-; 1:2 (Sauerstoff- und Wasserstoffgas zu Wasser); 1:3 ck- und Wasserstoffgas zu Ammoniak); 1:4 (Stick- und serstoffgas zu Ammonium); 1:6 (Schwefeldampf und Wasstoffgas zu Hydrothionsäure); 1:9 (Schwefeldampf und erstoffgas zu Schwefelsäure); 1:10 (Phosphordampf und orgas zu Fünffach-Chlor-Phosphor); 2:3 (Stickgas und Sauerfgas zu Untersalpetersäure); 2:5 (Stickgas und Sauerstoffzu Salpetersäure); 2:7 (Chlorgas und Sauerstoffgas zu Ue-

berchlorsäure); 3:4 (Sauerstoffgas und Stickoxydgas zu Sal tersäure).

Da fast alle einfache Stoffe durch höhere Tempera den elastisch-flüssigen Zustand versetzt werden können, da es nicht zu bezweifeln ist, daſs diejenigen, bei dene ses noch nicht gelungen ist, wie Kohlenstoff, hierzu ner höhern Temperatur bedürfen, als man bis jetzt herv bringen vermochte, und daſs diese fixeren Stoffe in Gaszustande dasselbe einfache Verhältniſs zwischen At wicht und specifischem Gewicht zeigen werden, wie die tigeren Stoffe, so hat man versucht, nach Wahrschei keitsgründen das specifische Gewicht der Dämpfe auch Stoffe zu berechnen, welche theils noch gar nicht i Dampfzustand versetzt worden sind, theils zu ihrer Ver pfung einer zu hohen Temperatur bedürfen, als daſs es lich wäre, das specifische Gewicht des Dampfes direct stimmen. Das Kohlenoxyd besteht z. B. aus 6 Th (1 Atom) Kohlenstoff und 8 Theilen (1 Atom) Sauerst Kohlensäure aus 6 (1 Atom) Kohlenstoff und 16 (2 A Sauerstoff. Nimmt man an, der Kohlenstoffdampf sey dem Sauerstoffgas ein vieratomiges Gas, so müssen im lenoxydgas, welches gleich viel Atome beider Stoffe en gleiche Maſse Kohlenstoffdampf und Sauerstoffgas ent seyn, und im kohlensauren Gas, worin 2 Atome Sau auf 1 Kohlenstoff, 2 Maſs Sauerstoffgas auf 1 Maſs lenstoffdampf. Das specifische Gewicht des Sauersto muſs sich hiernach zu dem des Kohlenstoffdampfes ver = 8:6, und da das Sauerstoffgas 1,1093 ist, so findet hiernach das specifische Gewicht des Kohlenstoffdampfes = 0, d. h. wenn 1 Maſs Kohlenstoffdampf unter einem bestim äuſsern Drucke und bei einer bestimmten Temperatur 0, wiegt, so wiegt ein gleiches Maſs Luft unter denselben ständen 1,000. Nimmt man dagegen an, der Kohlen dampf gehöre in die Classe der zweiatomigen Gase, un seyen im Kohlenoxydgas 2 Maſs, im kohlensauren Ga Maſs Kohlenstoffdampf mit 1 Maſs Sauerstoffgas vereinigt, verhält sich das specifische Gewicht des Sauerstoffgases dem des Kohlenstoffdampfes = 8:3 = 1,1093:0,416. W wohl letztere Annahme die wahrscheinlichere ist, so läſst dieses doch nicht beweisen, und es wäre selbst möglich,

Kohlenstoffdampf in die Classe der zwölfatomigen Gase ...rte. Nach ähnlichen Wahrscheinlichkeitsgründen läfst sich ... das specifische Gewicht des Dampfes des Borons und der ... Metalle berechnen.

... Qualitätsänderung der Stoffe bei ihrer chemischen Verbindung.

Da bei der chemischen Verbindung aus heterogenen Stof... eine homogene Masse entsteht, so ist hiermit nothwendig ... Abänderung der Eigenschaften der Bestandtheile verknüpft. ... Abänderung ist bei den loseren Verbindungen sehr un...tend, und beträgt oft nur gerade so viel, als nöthig ist, ... die Verschiedenartigkeit der Bestandtheile verschwinden zu ...hen. So verliert das Kochsalz bei seiner Auflösung im ... seinen festen Zustand und ertheilt dem Wasser seinen ... Geschmack und ungefähr ein mittleres specifisches ...wicht. Dagegen weichen die Eigenschaften einer innigen ...bindung fast in jeder Beziehung wesentlich von denen der ...standtheile ab. Der geschmacklose Sauerstoff liefert mit ... geschmacklosen Schwefel die höchst saure Schwefel..., der feste Kohlenstoff mit dem festen Schwefel den flüs...gen Schwefelkohlenstoff, das graue Quecksilber mit dem gel... Schwefel den rothen Zinnober u. s. w. Wiewohl alle ..., die zu einer Verbindung zusammentreten, auf die Ei...schaften derselben einen Einflufs ausüben, so ist dieses ... in verschiedenem Grade der Fall; der eine Bestandtheil ... mehr dazu bei, der Verbindung ihren bestimmten phy...lischen und chemischen Charakter zu ertheilen, als der an..., der eine ist *formender*, als der andere, welcher mehr ... Grundlage dient. So sind die Metalle mehr als Grundla..., die nicht metallischen Stoffe mehr als formende Princi... zu betrachten. Erstere bringen, wenn sie ein bedeuten... specifisches Gewicht besitzen, vorzüglich dieses in die ...bindungen; letztere dagegen heben gewöhnlich den Metall..., die Undurchsichtigkeit, die leichte Leitungsfähigkeit ... Elektricität und Wärme, wodurch die Metalle ausgezeich... sind, auf, und ertheilen ihnen einen bestimmten chemi... Charakter. Die Verbindungen des Sauerstoffes mit Me... haben viel mehr Aehnlichkeit unter einander, desgleichen

Digitized by Google

die Chlormetalle, Schwefelmetalle u. s. w., als die Verbin gen eines und desselben Metalls mit Sauerstoff, Chlor, Sch fel u. s. w. Als das formendste Princip, nicht blofs für talle, sondern auch für die übrigen Nichtmetalle, ist der Sa stoff zu betrachten, dessen Verbindungen (Säuren, Salzb sowohl in physikalischer als in chemischer Hinsicht am sten ausgezeichnet sind.

Die Qualitätsänderung läfst sich vorzüglich nach folg Eigenschaften betrachten.

a) Dichtigkeit.

In den meisten Fällen nimmt die neue Verbindung kleineren Raum ein, als die Bestandtheile zusammen vor Verbindung; es tritt Verdichtung ein, seltener erfolgt kehrt Ausdehnung, nur sehr selten keines von beiden.

1) Die Stoffe vereinigen sich ohne Volumensänderung, das specifische Gewicht der Verbindung ist genau das der specifischen Gewichte der Bestandtheile. Dieser Fall kommt nie bei der Verbindung starrer und tr Stoffe vor, sondern nur bei der einiger gasförmigen, sich immer 1 Mafs des einen Gases mit 1 Mafs des ande 2 Mafs der gasförmigen Verbindung vereinigt.

So bildet	1 Mafs	mit 1 Mafs	2 Mafs
	Ioddampf	Wasserstoffgas	hydriodsaures G
	Bromdampf	Wasserstoffgas	hydrobromsaure
	Chlorgas	Wasserstoffgas	salzsaures Gas
	Cyangas	Wasserstoffgas	Blausäuredampf
	Stickgas	Sauerstoffgas	Stickoxydgas
	Cyangas	Chlorgas	Chlorcyandampf.

2) Die Vereinigung erfolgt unter Volumensvermind Verdichtung; das specifische Gewicht der neuen Verbin ist gröfser, als das aus dem specifischen Gewichte der Bes theile berechnete Mittel.

Sind die Bestandtheile elastisch-flüssig und ist es die Verbindung ebenfalls, so steht das Volumen derselben zu der Bestandtheile in einem einfachen Verhältnisse. Hier es folgende Fälle:

… verbinden sich:

Mafs	mit	Mafs	zu	Mafs	Verdichtung von	Verdichtung zu
Schwefeldampf	6	Sauerstoffgas	6	Schwefligsaures Gas	7	6
— —	6	Wasserstoffgas	6	Hydrothionsaures Gas		
Phosphordampf	6	Wasserstoffgas	4	Phosphorwasserstoffgas	7	4
— —	6	Chlorgas	4	Dreifach-Chlor-Phosphordampf		
Arsenikdampf	6	Wasserstoffgas	4	Arsenik-Wasserstoffgas		
— —	6	Ioddampf	4	Iod-Arsenikdampf		
— —	6	Chlorgas	4	Chlor-Arsenikdampf		
Schwefeldampf	9	Sauerstoffgas	6	Schwefelsäuredampf	10	6
Phosphordampf	10	Chlorgas	6	Fünffach-Chlor-Arsenikdampf	11	6
Wasserstoffgas	2	Wasserstoffgas	2	Wasserdampf	3	2
— —	2	Kohlenoxydgas	2	Kohlensaures Gas		
— —	2	Stickgas	2	Stickoxydulgas		
Stickgas	2	Sauerstoffgas	2	Untersalpetersäuredampf		
Chlorgas	2	Sauerstoffgas	2	Chloroxydgas		
Bromdampf	2	Quecksilberdampf	2	Halb-Brom-Quecksilberdampf		
Chlorgas	2	Quecksilberdampf	2	Halb-Chlor-Quecksilberdampf		
Stickgas	3	Wasserstoffgas	2	Ammoniakgas	4	2
Kohlenoxydgas	1	Chlorgas	1	Phosgengas	2	1
Quecksilberdampf	1	Ioddampf	1	Einfach-Iod-Quecksilberdampf		
— —	1	Bromdampf	1	Einfach-Brom-Quecksilberdampf		
— —	1	Chlorgas	1	Einfach-Chlor-Quecksilberdampf		
Schwefeldampf	3	Chlorgas	1	Halb-Chlor-Schwefeldampf	4	1
Arsenikdampf	3	Sauerstoffgas	1	Arsenig-Säuredampf		

Digitized by Google

Nimmt man hypothetisch das specifische Gewicht d Kohlenstoffdampfs = 0,416 an, wonach er zu den zweia migen Gasen zu rechnen wäre, so ergeben sich noch folge Fälle.

Es verbinden sich:

	Mafs	mit	Mafs	zu	Mafs	V… vor
1	Schwefeldampf	3	Kohlenstoffdampf	3	Schwefelkohlenstoffdampf	4
1	Sauerstoffgas	2	Kohlenstoffdampf	2	Kohlenoxydgas	3
1	Sauerstoffgas	1	Kohlenstoffdampf	1	Kohlensaures Gas	2
1	Stickgas	2	Kohlenstoffdampf	1	Cyangas	3
1	Kohlenstoffdampf	2	Wasserstoffgas	1	Kohlenwasserstoffgas	
2	Kohlenstoffdampf	2	Wasserstoffgas	1	Oelerzeugendes Ga…	

Wollte man das specifische Gewicht des Kohlen dampfs doppelt so grofs, nämlich zu 0,832 setzen und also zu den vieratomigen Gasen rechnen, wie es häufig schieht, so wären 2 Mafs Schwefeldampf mit 3 Mafs l lendampf zu 6 Mafs Schwefelkohlenstoffdampf vereinigt; hätten also hier das vielleicht einzig stehende Beispiel Volumensvermehrung bei Gasverbindungen, nämlich von auch dieser Umstand macht die Hypothese, dafs der lenstoffdampf ein zweiatomiges Gas ist, wahrscheinlicher.

Dafs das Volumen einer gasförmigen Verbindung zu ihrer gasförmigen Bestandtheile in einem einfachen Ve nisse steht, geht aus der früher mitgetheilten Thatsache, die specifischen Gewichte der zusammengesetzten Gase z rem Atomgewicht ein einfaches Verhältnifs zeigen, als wendige Folge hervor. So wie dagegen bei den starren tropfbaren Stoffen kein einfaches Verhältnifs zwischen sp schem Gewicht und Atomgewicht aufzufinden war, so auch die Verdichtung, welche bei ihrer Verbindung stat det, in keinem einfachen Verhältnisse zum Volumen vor de

lung. Ebenso wenig zeigt sich ein solches, wenn eine aus i Gasen gebildete Verbindung in ihrem tropfbaren oder festen ande mit dem Volumen ihrer gasigen Bestandtheile verglichen l, z. B. das Volumen des Wassers oder Eises mit dem des rstoff- und Wasserstoffgases, woraus es gebildet wurde, oder Volum des Salmiaks mit dem des salzsauren und Ammoniakgases. Wiewohl daher bei den meisten Verbindungen zu pfbar-flüssigen oder festen Körpern mehr oder weniger bende Verdichtungen statt finden, so scheinen sie keinen immten Gesetzen unterworfen zu seyn.

3) Es ist nur ein Beispiel bekannt, wo sich gasförmige fe unter *Ausdehnung* verbinden; wenigstens ist nach der Mitscherlich gegebenen Bestimmung des specifischen ichts des Zinnoberdampfs anzunehmen, dafs sich 1 Mafs wefeldampf mit 6 Mafs Quecksilberdampf zu 9 Mafs Zinnoberpf vereinigt, also Ausdehnung von 7:9. Dieser Fall ist nicht einzig wegen der Ausdehnung, sondern auch insofern, als Zinnoberdampf hinsichtlich der Atomzahl eine eigene Classe Gasen bilden würde, die zweidrittelatomigen. Diese beiden malieen lassen wünschen, dafs der ausgezeichnete Forscher, m wir diese Gewichtsbestimmung verdanken, dieselbe einer fältigen Prüfung unterwerfen möge.

Bei der Verbindung starrer und tropfbarer Stoffe tritt bisles Ausdehnung ein, so dafs das specifische Gewicht der bindung unter dem durch Berechnung gefundenen Mittel t. Das auffallendste Beispiel zeigt der Schwefelkohlenstoff, en specifisches Gewicht 1,272 beträgt, während das des wefels 2,000 und das des Kohlenstoffs im Diamant 3,500 und t in der Kohle 1,573 beträgt. Viel geringere Ausdehnunsind bemerkt worden bei den Verbindungen des Iods mit Quecksilber oder Silber, des Schwefels mit Arsenik (im m Schwefelarsenik) oder Kadmium und des Kupfers mit Gold oder Platin.

b) Aggregatzustand.

Die neue Verbindung ist bei gewöhnlicher Temperatur weder starr oder tropfbar oder elastisch-flüssig.

I. Eine *starre Verbindung* kann entstehn:

1) Aus zwei Gasen. *Verdichtung, Condensation.* Salzes Gas verdichtet sich mit Ammoniakgas zu Salmiak.

2) Aus einem gasförmigen und einem tropfbaren St *Verschluckung, Absorption.* Quecksilber verwandelt durch Absorption von Chlorgas in Chlorquecksilber, von Sa stoffgas in Quecksilberoxyd.

3) Aus einem gasförmigen und einem starren Stoffe. E falls Absorption. Eisen und andere starre Metalle absor in der Hitze Sauerstoffgas. Natronhydrat absorbirt kohle res Gas, starre Verbindungen erzeugend.

4) Aus zwei tropfbaren Stoffen. Quecksilber und I liefern Bromquecksilber.

5) Aus einem tropfbar-flüssigen und einem starren St Gebrannter Kalk zerfällt mit $\frac{1}{3}$ seines Gewichts Wasse trockenem Kalkhydrat; gebrannter Gyps erhärtet mit Wa zu Krystallwasser haltendem Gyps. Quecksilber bilde vielen Metallen starre Amalgame.

6) Aus zwei starren Stoffen. Meistens durch *Zus menschmelzung.* Schwefel und Metalle; Metalle unter ander.

II. Eine *tropfbare Verbindung* bildet sich:

1) Aus zwei Gasen. *Verdichtung, Condensation.* W serstoffgas bildet mit Sauerstoffgas Wasser.

2) Aus einem elastisch- und einem tropfbar-flüs Stoffe. Wiederum *Absorption.* Wasser verschluckt das saure Gas, wässerige Salzsäure bildend.

3) Aus einem gasförmigen und einem starren Stoffe. E falls Absorption. Arsenik, Antimon und Zinn bilden Verschluckung von Chlorgas ein tropfbares Chlormetall.

4) Aus zwei tropfbaren Flüssigkeiten. *Mischung engsten Sinne.* Wasser und Weingeist, Schwefelkohlen und Chlorschwefel.

5) Aus einer bei gewöhnlicher oder etwas höherer T peratur tropfbar-flüssigen und einer festen Materie. *Au sung auf nassem Wege.* Salz und Wasser, Campher Weingeist, Schwefel und Fette.

6) Aus zwei starren Stoffen. Theils in der Hitze, Schwefel und Kohlenstoff, theils schon in der Kälte, Salz und Eis.

III. Eine bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhn chem Luftdruck elastisch-flüssige Verbindung entsteht nur e

ler aus zwei permanenteren Gasen, wie Wasserstoffgas und ...gas, oder aus einem permanenteren Gase und einer tropf... Flüssigkeit, wie Wasserstoffgas und Brom, oder aus ei... permanenteren Gase und einem starren Stoffe, wie Sauer...gas und Kohlenstoff, dagegen nie aus zwei tropfbaren ...keiten oder zwei starren Stoffen oder einem tropfbaren ...einem starren Stoffe. Hieraus läfst sich schliefsen, dafs, ... von den bis jetzt unzerlegten Stoffen einige zusammen...tzt sind, dieses vorzugsweise die starren seyn müssen, da ...aus gasförmigen Stoffen starre Verbindungen erzeugen las..., nicht aber aus starren Stoffen gasförmige Verbindungen. ...niger die Affinität der wägbaren Stoffe gegen einander ...tigt ist, je einfacher sie sind, desto mehr Affinität zei... ...dann noch gegen die Wärme, desto mehr Elasticität ...ten sie.

c) Krystallform.

Selten haben die Verbindungen dieselbe Krystallform, wie ... ihrer Bestandtheile; so krystallisirt das Kupfer und das ...oxydul, desgleichen das Silber und das Chlorsilber in ...talten des so häufig vorkommenden regelmäfsigen Systems. Der Regel jedoch haben die Verbindungen eine von der Bestandtheile verschiedene Krystallgestalt und, wenn sie ... demselben System gehören sollte, doch mit abwei...den Winkeln. Es wäre ein grofser Fortschritt in der Er...tnifs des innersten Wesens der Stoffe, wenn man aus ih... Krystallform die ihrer Verbindungen in voraus bestimmen ...te. Bis jetzt ist es nicht gelungen, hierfür Gesetze auf...den. Die Schwierigkeit liegt theils darin, dafs man die ...stallform vieler der wichtigsten einfachen Stoffe gar nicht ..., wie die des Sauerstoffes, Wasserstoffes, Stickstoffes, ... u. s. w., theils in dem *Dimorphismus*[1]; denn da hier... derselbe einfache oder zusammengesetzte Stoff, je nach Umständen, Krystallformen annehmen kann, welche zwei ...schiedenen Systemen angehören, oder, wenn auch demsel... Systeme, doch mit solchen Winkelverschiedenheiten, dafs Formen nicht auf einander reducirt werden können, so wird

---

1 S. Art. *Krystallogenie.* Bd. V. S. 1351.

Digitized by Google

der Schlufs von der Form der Bestandtheile auf die der V
bindung sehr erschwert.

Dasjenige, was über den Einflufs der Bestandtheil
die Krystallform der Verbindung bekannt ist, bildet di
reits[1] abgehandelte Lehre vom *Isomorphismus*, zu welcher
noch einige neu aufgefundene Thatsachen gefügt werden
len. Arsenik und Antimon krystallisiren in spitzen Rh
boedern mit kaum abweichenden Winkeln. Arsenige S
(AsO^3) nimmt meistens die Gestalt des regelmäfsigen Ok
ders an, bisweilen auch die einer geraden rhombischen S
das Antimonoxyd (SbO^3) krystallisirt meistens in lett
Gestalt, z. B. im Weifsspiefsglanzerz, bisweilen aber auc
regelmäfsigen Oktaedern. Also sind isomorph Arsenik
Antimon, desgleichen arsenige Säure und Antimonoxyd,
letztere sind zugleich dimorph. Auch viele Doppelsalze,
che arsenige Säure als eine Basis enthalten, sind mit
entsprechenden Doppelsalz des Antimonoxyds gleich ge
mit Ausnahme des Brechweinsteins, welche von einem
morphismus abzuleiten seyn möchte. Ferner schliefst sich den
her aufgezählten drei isomorphen Säuren, Schwefelsäure (S
Selensäure (SeO^3) und Chromsäure (CrO^3), noch die Man
säure (MnO^3) an; denn das mangansaure Kali hat die
Krystallgestalt, wie das schwefel-, selen- oder chroms
Kali. Es zeigen ferner dieselbe Gestalt einer geraden rh
bischen Säule: das überchlorsaure Kali ($KO + Cl$
und das übermangansaure Kali ($KO + Mn^2O^7$), also
Ueberchlorsäure und Uebermangansäure mit einander
morph und 2 Atome Mangan können in den Kryst
1 Atom Chlor ohne Aenderung der Gestalt vertreten.
ich krystallisiren in Quadratoktaedern mit kaum abweic
den Winkeln: scheelsaurer Kalk ($CaO + WO^3$), sc
saures Bleioxyd ($PbO + WO^3$) und molybdänsaures
oxyd ($PbO + MoO^3$), wodurch einerseits der Iso
phismus von Scheelsäure und Molybdänsäure erwiesen,
dererseits der schon früher angenommene von Kalk und
oxyd neu bestätigt wird.

---

1 S. Art. *Krystallogenie*. Bd. V. S. 1354 bis 1360.

Digitized by Google

d) Wärmeverhältnisse. Wärmecapacität.

Es wurde oben gezeigt, dafs die meisten einfachen Stoffe, Schwefel, Tellur u. s. w., bei gleicher Atomzahl eine glei- Wärmecapacität besitzen und dafs diese bei andern das ½-, 1½-, 2- und 4fache beträgt. Aus den bis jetzt be-ten genaueren Bestimmungen mehrerer Verbindungen darf schliefsen, dafs die einfachen Stoffe in denselben in der l ihre frühere Wärmecapacität beibehalten, und dafs diese ltenen Fällen nach einem einfachen Verhältnisse ver-rt und nur höchst selten verringert ist. Dieses ergiebt sich stens aus den hier folgenden Bestimmungen der specifi- Wärme verschiedener Verbindungen durch Neumann[1]. Product ihres Atomgewichts in ihre specifische Wärme wiederum die Wärmecapacität bei gleicher Zahl der Atome Diese Atome sind aber hier zusammengesetzte, 2, 3 und einfache Atome enthaltend, und indem jedes dieser ein-n Atome in der Verbindung seine volle Wärmecapacität lt, so ist die Capacität der zusammengesetzten Atome viel er, als die der einfachen.

---

1 Poggendorff Ann. XXIII. 1.

Verbindungen	Formel	Zahl der Atome	Atomgewicht	specifische Wärme	Product
Wasser . .	HO	2	9,0	1,0000	9,0000
Bittererde	MgO	2	20,7	0,2760	5,7132
Quecksilberoxyd . .	HgO	2	109,4	0,0490	5,3606
Zinkblende	ZnS	2	48,2	0,1145	5,5189
Bleiglanz .	PbS	2	119,8	0,0530	6,3494
Zinnober .	HgS	2	117,4	0,0520	6,1048
Speiskobalt	$CoAs$	2	104,8	0,0920	9,6416
Rothkupfererz . . .	Cu^2O	3	71,6	0,1073	7,6844
Quarz . . .	SiO^2	3	30,8	0,1883	5,7996
Rutil . . .	TiO^2	3	40,5	0,1724	6,9822
Zinnstein .	SnO^2	3	75,0	0,0931	6,9825
Schwefelkies	FeS^2	3	59,2	0,1275	7,5480
Wasserblei	MoS^2	3	80,0	0,1067	8,5360
Realgar . .	AsS^2	3	107,2	0,1111	11,9099
Rauschgelb	AsS^3	4	123,2	0,1132	13,8462
Grauspiefsglanzerz	SbS^3	4	177,0	0,0907	16,0539
Sapphir . .	Al^2O^3	5	51,4	0,1972	10,1361
Chromoxydul . . .	Cr^2O^3	5	80,2	0,1960	15,7192
Eisenglanz	Fe^2O^3	5	78,4	0,1692	13,2653
Witherit .	$BaO + CO^2$	5	98,7	0,1078	10,6305
Strontianit	$SrO + CO^2$	5	74,0	0,1445	10,6930
Kalkspath	$CaO + CO^2$	5	50,5	0,2046	10,3323
Magnesitspath . .	$MgO + CO^2$	5	42,7	0,2270	9,6926
Zinkspath	$ZnO + CO^2$	5	62,3	0,1712	10,6658
Weifsbleierz	$PbO + CO^2$	5	133,8	0,0814	10,8913
Eisenspath	$FeO + CO^2$	5	57,2	0,1819	10,4047
Schwerspath	$BaO + SO^3$	6	116,7	0,1088	12,6861
Cölestin . .	$SrO + SO^3$	6	92,0	0,1356	12,4752
Anhydrit .	$CaO + SO^3$	6	68,5	0,1854	12,6999
Bleivitriol	$PbO + SO^3$	6	151,8	0,0848	12,8726

Digitized by Google

Nehmen wir nach Obigem an, bei gleicher Atomzahl be-
die Wärmecapacität des Sauerstoffes 1,5, des Wasser-
es, Schwefels und der meisten Metalle 3,0, des Kobalts
und des Arseniks und Antimons 6,0, und berechnen wir
nach die Wärmecapacität der in der Tafel enthaltenen Ver-
lungen, so ergiebt sich Folgendes. Wasser; 1 Atom Was-
off 3,0, 1 Sauerstoff 1,5, zusammen 4,5; die Erfahrung
9,000, also ist die Wärmecapacität dieser beiden Stoffe
Verbindung des Wassers verdoppelt. Bittererde und
silberoxyd; 1 Atom Metall und Schwefel haben 3,0, zu-
men 6,0, was mit der Erfahrung fast übereinstimmt. Speis-
; Kobalt 4,5, Arsenik 6,0, zusammen 10,5, nach der
rung 9,64. Rothkupfererz; 2 Atome Kupfer 6,0, 1 Atom
1,5, zusammen 7,5, nach der Erfahrung 7,68. Quarz,
und Zinnstein; 1 Atom Metall 3,0, 2 Atome Sauerstoff
zusammen 6,0; die Erfahrung variirt zwischen 5,80 und
Schwefelkies; 1 Atom Eisen 3,0, 2 Atome Schwefel
zusammen 9,0; nach der Erfahrung nur 7,55; der einzige
, wo die Wärmecapacität in der Verbindung bedeutend
ger ist. Beim Wasserblei findet bessere Uebereinstim-
g statt. Rauschgelb und Grauspiefsglanzerz; 1 Atom Me-
6,0, 3 Atome Schwefel 9,0, zusammen 15; die Erfahrung
13,85 und 16,05. Sapphir, Chromoxydul, Eisenglanz;
Atome Metall 6,0, 3 Atome Sauerstoff 4,5, zusammen 10,5;
stimmt die Erfahrung beim Sapphir, während bei den
übrigen die beobachtete Wärmecapacität gröfser ist.
saure Salze; 1 Atom Metall 3,0, 1 Atom Kohlenstoff
scheinlich 3,0 (wiewohl die Wärmecapacität der Holz-
nur halb so viel beträgt), 3 Atome Sauerstoff 4,5, zu-
men 10,5, was mit der Erfahrung sehr gut stimmt. Schwe-
re Salze; 1 Atom Metall 3,0, 1 Atom Schwefel 3,0,
Atome Sauerstoff 6,0, zusammen 12,0, was ebenfalls der Er-
rung entspricht.

Aus dieser Vergleichung geht Folgendes hervor. So viel
me ein Atom irgend eines einfachen Stoffes für sich braucht,
eine bestimmte Temperaturerhöhung zu erfahren, so viel
ucht es auch meistens in seinen Verbindungen; nur in ei-
n Falle, beim Schwefelkies, ist die Wärmecapacität der
me durch ihre Verbindung beträchtlich verringert, in meh-
ren andern ist sie vermehrt, und zwar bei Wasser gerade

verdoppelt, bei Bittererde, Quecksilberoxyd, Chromoxyd, senglanz und einigen andern nur wenig erhöht. Viel besitzt der Sauerstoff in diesen Verbindungen eine d so grofse Wärmecapacität, als für sich, und tritt hiermit Classe des Schwefels. Uebrigens lassen sich hier kein nauen Zahlen erwarten, denn die Bestimmung der specif Wärme ist an und für sich schwierig; derselbe Körper je nach seinem Zustande eine verschiedene specifische W besitzen, wie z. B. NEUMANN die des Kalkspaths = 0 und die des Arragonits, der in chemischer Hinsicht ganz mit übereinkommt, = 0,2018 gefunden hat, und endlich die untersuchten Körper nicht völlig rein; das von Neu untersuchte käufliche Quecksilberoxyd und die Mineral stanzen haben verschiedene Beimischungen, welche auf specifische Wärme einfliefsen müssen. Auf jeden Fall diese Betrachtung, dafs der frühere Versuch, die bei der bindung der Stoffe eintretende Wärmeentwickelung au verminderten Wärmecapacität zu erklären, unmöglich g gen konnte, da sich diese in der Regel gleich bleibt wenn sie sich verändert, mit sehr wenigen Ausnahmen g zunimmt.

Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit. Die Verbindungen meistens leichter schmelzbar, als ihre Bestandtheile für Es giebt kein Beispiel, dafs ein Gemisch von zwei Met strengflüssiger wäre, als jedes der darin enthaltenen talle, aber mehrere, dafs es leichter schmelzbar ist, als b So besitzt das Platin-Nickel die Schmelzbarkeit des pfers; die Legirungen von Blei und Zinn, von Blei Wismuth u. s. w. schmelzen leichter, als jeder ihrer Best theile. Das Eisen wird durch seine Verbindung mit unschmelzbaren Kohlenstoff, wie sie im Stahl und Gufs vorkommt, leichter schmelzbar, als es für sich ist. Weder Kieselerde ist für sich im Essenfeuer schmelzbar, noch Kalk, wohl aber die Verbindung beider. Der Schwefel det mit dem unschmelzbaren Kohlenstoff den dünnflüssi Schwefelkohlenstoff. Die Schwefelmetalle dagegen sind leichtflüssiger, als der Schwefel, doch meistens leichtflüssi als das Metall; Schwefelzink, Schwefelzinn, Schwefelkal und einige andere sind strengflüssiger, als selbst das Me Warum die Schmelzbarkeit der Verbindungen bald zwisc

Digitized by Google

er Bestandtheile liegt, bald unter ihr, bald, wiewohl ten, über ihr, hierüber ist nichts bekannt.

ährend hiernach die Schmelzbarkeit durch die Verbinler Stoffe in der Regel zunimmt, so nimmt dagegen s ihre *Elasticität* ab.

Es wurde schon früher bemerkt, dafs man aus zwei eine starre oder tropfbare Verbindung bilden kann, aber mgekehrt aus starren und tropfbaren Stoffen eine gas-. Besonders merkwürdig ist der Phosphorstickstoff, r bei abgehaltener Luft die Weifsglühhitze ohne Zer- und Verflüchtigung, ja selbst ohne Schmelzung ausla er doch aus dem leicht verdampfbaren Phosphor und ckstoff besteht, welcher für sich ein so sehr permanens bildet.

Häufig findet es sich, dafs ein flüchtiger Stoff einem seine Flüchtigkeit mittheilt. So wird der Kohlenstoff seine Verbindung mit Sauerstoff, Wasserstoff oder Stickder Schwefel durch seine Verbindung mit Sauerstoff oder rstoff, das Selen, das Iod, der Phosphor und das Arseurch ihre Verbindung mit Wasserstoff gasförmig; doch liese gasförmigen Verbindungen weniger permanent, als ine Sauerstoff-, Wasserstoff- und Stickgas, denn die n derselben lassen sich durch verstärkten Druck tropfachen. Silber, Blei und mehrere andere Metalle werden ihre Verbindung mit Chlor bei gelinder Glühhitze verbar. In diesen Fällen liegt die Flüchtigkeit der Verbinungefähr in der Mitte zwischen der ihrer Bestandtheile.

) Sehr selten ist die Verbindung flüchtiger, als ihre Beheile. Das auffallendste Beispiel liefert der schon bei iedende Schwefelkohlenstoff.

Auch zur Aufklärung dieser Veränderungen fehlen alle ze. Nur so viel läfst sich sagen, dafs eine Verbindung hnlich um so weniger flüchtig ist, je mehr Atome in ihr mmengesetztes Atom eingehn. So ist die schweflige Säure) gasförmig, die Schwefelsäure (SO^3) fest; letztere entgerade mehr vom flüchtigeren Princip, dem Sauerstoff, sie enthält 4 Atome, die schweflige Säure nur 3. 1 Atom stoff bildet mit 1 und 2 Atomen Sauerstoff gasförmige, 3 und 4 dagegen tropfbare Verbindungen. Das Cyan ²) ist gasförmig, das Mellon (N^4C^6) fest, wiewohl auch

dieses mehr vom flüchtigen Princip enthält. In andern Fäl
trägt allerdings die Flüchtigkeit des einen Bestandtheils ü
die gröſsere Atomzahl den Sieg davon; so ist das Anderth
chloreisen ($Fe^2 Cl^2$) flüchtiger, als das Einfachchloreisen (Fe
wiewohl ersteres 5, letzteres nur 2 Atome enthält.

e) Lichtverhältnisse.

Durchsichtigkeit. Zwei undurchsichtige Stoffe, wie M
talle, geben eine undurchsichtige Verbindung, zwei durchsi
tige eine durchsichtige. Die Verbindungen eines undur
sichtigen Stoffes mit einem durchsichtigen sind theils dur
sichtig, theils nicht, ohne daſs sich bis jetzt ein Grund da
angeben lieſse. So bildet der Sauerstoff mit den Metallen th
durchsichtige Verbindungen, wie Alkalien, Erden, Zinkox
arsenige Säure, Weiſsspieſsglanzerz u. s. w., theils undurchsic
tige, wie Braunstein, Eisenglanz u. s. w. Die Verbindu
gen des Schwefels mit Kalium, Zink, Arsenik und Queck
ber sind durchsichtig, die mit Eisen, Kupfer und Silber nic

Lichtbrechung. Bei den gasförmigen Verbindungen betr
die lichtbrechende Kraft bald mehr, bald weniger, als sich dur
Berechnung der lichtbrechenden Kraft der gasförmigen Bestan
theile als das Mittel ergiebt, wie dieses vorzüglich aus d
Bestimmungen von DULONG [1] hervorgeht, die, weil sie im A
Brechung des Lichts noch nicht aufgenommen werden kon
ten, hier vollständig folgen mögen. Spalte A nennt die ei
fachen und zusammengesetzten gasförmigen Stoffe; B giebt d
durch die Beobachtung gefundene lichtbrechende Kraft an, d
der Luft gleich 1 gesetzt; C die lichtbrechende Kraft, welch
die zusammengesetzten Gase nach der Berechnung zeigen sol
ten, wenn dieselbe gerade das Mittel von der der Bestandthe
betrüge; D ihr specifisches Gewicht; endlich ist noch unter
das specifische Brechungsvermögen hinzugefügt, welches dur
Division der lichtbrechenden Kraft mit dem specifischen Ge
wicht erhalten wird.

---

1 Bullet. philom. 1825. p. 132.

A	B	C	D	E
Luft	1,000		1,000	
Sauerstoffgas	0,924		1,1093	0,83
Wasserstoffgas . . .	0,470		0,0693	6,79
Wasserdampf	1,000	0,933	0,6239	1,60
Kohlenoxydgas . . .	1,157		0,9706	1,21
Kohlensaures Gas .	1,526	1,619	1,5252	1,00
Oelerzeugendes Gas .	2,302		0,9706	2,36
Kohlenwasserstoffgas	1,504		0,5546	2,71
Schwefligsaures Gas .	2,260		2,2186	1,02
Hydrothionsaures Gas	2,187		1,1786	1,85
Schwefelkohlenstoffdampf .	0,179		2,6345	1,97
Chlorgas . .	2,623		2,4543	1,06
Salzsaures Gas . . .	1,527	1,547	1,2618	1,21
Phosgengas	3,936	3,784	3,424[illegible]	1,15
Stickgas . .	1,020		0,9706	[illegible]
Stickoxydulgas . . .	1,710	1,482	1,5252	[illegible]
Stickoxydgas	1,030	0,972	[illegible]	[illegible]
Ammoniakgas . . .	1,309	1,216	[illegible]	[illegible]
Cyangas . .	2,832		[illegible]	[illegible]
Blausäuredampf . .	1,531	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Weingeistdampf . .	2,220	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Aetherdampf	5,[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Salznaphthadampf . .	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

;
re
ni-
ge-
it der
, wie
nmacklos
säure än-
der in je-
Sauerstoff die
arfe Ammoniak
otische Blausäure.
ch vorzüglich erst,
nlichen Stoffen ver-
aften erst durch die
gen sie bereits in den
erst in bestimmten Ver-
ier dieses ist bekannt, noch
Aenderungen der chemischen
e abzuleiten wären.
durch die Verbindung der Stoffe
logische Eigenschaften zum Vor-
n hierdurch andererseits auch ausge-
dieser Art, welche den Bestandtheilen
n werden. Dieses zeigt sich besonders

Google

Dulong schliefst aus diesen Zahlen, dafs, wenn die Verbindung saurer Natur ist, ihre lichtbrechende Kraft dem berechneten Mittel steht, wenn sie dagegen alkali oder neutraler Natur ist, über demselben. Jedoch mach Salznaphtha eine Ausnahme. Mit der Hinzufügung der S E bezweckte ich Folgendes. Nimmt man an, dafs die chungskraft der Stoffe um so gröfser ist, je gröfser ihre D tigkeit und Verbrennlichkeit, so mufs letztere gefunden den können durch Division der Brechungskraft mit dem cifischen Gewichte. Die in der Spalte E enthaltenen Quot ten entsprechen in der Hauptsache dieser Ansicht, indem der Wasserstoff die gröfste specifische Brechungskraft sitzt und der den brennbaren Stoffen am meisten entge gesetzte Sauerstoff die kleinste. Auch die übrigen Za stimmen hiermit überein; nur sollte die Brechungskraft Schwefelkohlenstoffs geringer seyn, als die der Hydroth säure, da sich im ölerzeugenden und Kohlenwasserstoffga Wasserstoff brechender zeigt, als der Kohlenstoff, und Schwefelkohlenstoff die Atomzahl des minder stark b den Schwefels doppelt so grofs ist, als die des Kohlen und vorzüglich sollte die specifische Brechungskraft des S oxydulgases geringer seyn, als die des Stickgases, da der St stoff durch seine Verbindung mit Sauerstoff an lichtbrech der Kraft verlieren mufs.

Farbe. Farblose Stoffe erzeugen meistens farblose V bindungen, doch liefert der farblose Stickstoff mit dem f losen Sauerstoff die blaue salpetrige und die rothgelbe U salpetersäure, und im organischen Reiche sehn wir aus K lenstoff, der wenigstens im Diamant farblos erscheint, W serstoff, Sauerstoff und zum Theil Stickstoff mannigfache haft gefärbte Verbindungen hervorgebracht. Gefärbte St wie Schwefel, Selen, Iod und Metalle, liefern unter einan meist gefärbte Verbindungen, doch ist z. B. die Verbind des Iods mit dem grauen Kalium und des gelben Chlors dem grauen Blei oder Silber farblos. Farblose Stoffe bilden gefärbten theils farblose, theils gefärbte Verbindungen; so die des Sauerstoffs mit den Alkali- und Erdmetallen w dagegen mit den meisten schweren Metallen mannigfach färbt. Es läfst sich bis jetzt aus der Farbe der Bestandth nicht im voraus bestimmen, welche Farbe die Verbind

Digitized by Google

...n wird; diese ist von der der Bestandtheile oft durchaus ...chieden. Das rothe Kupfer bildet mit dem farblosen Sauer... ein braunschwarzes Oxyd, dieses mit der farblosen ...efelsäure ein weifses Salz und dieses mit Wasser den ...n krystallisirten Kupfervitriol. Das graue Chrom erzeugt ... weniger Sauerstoff das grüne Oxydul, welches mit ver...denen farblosen Säuren theils grüne, theils violette Salze ..., und mit mehr Sauerstoff liefert das Chrom die roth... Chromsäure, deren Verbindungen mit Salzbasen theils ..., theils roth erscheinen.

...) Chemische und physiologische Verhältnisse.

Die neue Verbindung zeigt meistens ganz andere Affini...n, als ihre Bestandtheile, wie schon oben bemerkt wurde; ... zeigt sie auf den menschlichen Körper oft ganz andere ...ungen. Weder Schwefel noch Sauerstoff zeigen Affini... gegen die meisten Salzbasen, dagegen die aus ihnen ge...dete Schwefelsäure sehr starke. Beide Stoffe gehn mit der ... Farbe des Lackmus keine rothe Verbindung ein, wie ... die Schwefelsäure thut. Auch sind sie geschmacklos ... ohne ätzende Wirkung, während die Schwefelsäure äu... sauer schmeckt und ätzend wirkt. So bildet der in je...Beziehung höchst indifferente Stickstoff mit Sauerstoff die ...e Salpetersäure, mit Wasserstoff das scharfe Ammoniak ... mit Kohlenstoff und Wasserstoff die narkotische Blausäure. ... giftige Wirkung vieler Metalle zeigt sich vorzüglich erst, ... sie mit Sauerstoff, Chlor und ähnlichen Stoffen ver...den sind. Werden diese Eigenschaften erst durch die ...indung hervorgebracht, oder liegen sie bereits in den ...menten versteckt und kommen erst in bestimmten Ver...ungen zum Vorschein? Weder dieses ist bekannt, noch ... Gesetz, aus welchem diese Aenderungen der chemischen ... physiologischen Verhältnisse abzuleiten wären.

Während nach Obigem durch die Verbindung der Stoffe ... chemische und physiologische Eigenschaften zum Vor...in kommen, so können hierdurch andererseits auch ausge...chnete Eigenschaften dieser Art, welche den Bestandtheilen ...kommen, aufgehoben werden. Dieses zeigt sich besonders

auffallend bei der Verbindung der Säuren mit den Salzb
und wird unter dem Namen der *Neutralisation* begriffen
dem sich eine Säure mit einer Salzbasis nach einem besti
ten Verhältnisse vereinigt, so heben sich wechselseitig
entgegengesetzten Eigenschaften dieser beiden Stoffe auf
es entsteht ein mehr oder weniger neutrales Ganzes.
Salzsäure z. B. riecht und schmeckt sehr sauer und rö
Lackmus; das Ammoniak riecht und schmeckt stechend
lisch, stellt die blaue Farbe des durch Säure gerötheten L
mus wieder her, röthet Curcuma und grünt Veilchen
welche Farbenveränderungen durch Säuren wiederum au
hoben werden können; beide Stoffe wirken in concentr
Gestalt ätzend auf den thierischen Körper, jedoch auf
schiedene Weise. Bringt man nun wässerige Salzsäure
Ammoniak nach dem richtigen Verhältnisse zusammen,
dieses durch Prüfung mit Lackmus- und Curcumapapier
funden wird, so erhält man ein ganz neutrales Gemisch,
Auflösung des Salmiaks in Wasser, welches weder Lack
noch Curcuma röthet, weder sauer noch alkalisch riecht
schmeckt, einen gelind salzigen Geschmack besitzt,
ätzend wirkt und ohne Schaden in gröfserer Menge versch
werden kann. Es haben sich also hier die beiden Stoffe n
tralisirt; es ist eine *neutrale Verbindung* gebildet,
Neutralität, chemisches Gleichgewicht, chemische Indiff
eingetreten, und das Verhältnifs, bei welchem diese wech
seitige Aufhebung der entgegengesetzten Eigenschaften
vollständigsten eingetreten ist, wird der *Neutralisation*
genannt. Würde zu diesem neutralen Gemisch etwas S
säure mehr gefügt, so würden ihre Eigenschaften wieder d
sauren Geschmack und Lackmusröthung erkennbar seyn,
würde *vorwalten*, *vorschlagen* oder im *Ueberschufs*
handen oder es würde das Ammoniak mit Salzsäure *über*
tigt seyn, und ebenso, nur umgekehrt, beim Zusatz von
was Ammoniak zum neutralen Gemisch.

Anhang zur Qualitätsänderung.

Obgleich die Eigenschaften einer Verbindung wesent
von ihren Bestandtheilen und dem Verhältnisse, wonach
selben zusammentreten, abhängen, so haben doch die neu
Erfahrungen gezeigt, dafs noch andere Umstände hierauf

Digitized by Google

n, und daſs Verbindungen existiren können, aus den- Bestandtheilen, genau nach demselben Verhältnisse zu- ngesetzt, und doch von abweichenden Eigenschaften. ii lassen sich folgende Fälle unterscheiden.

Abweichende Eigenschaften der Verbin- ungen, die sich aus einer verschiedenen neinanderlagerung ihrer zusammenge- tzten Atome erklären lassen.

a) Dimorphismus.

ie bereits[1] gezeigt wurde, so können dieselben Stoffe, einfache, als zusammengesetzte, in Gestalten anschieſsen, zwei verschiedenen Krystallsystemen angehören, oder, nch demselben, doch mit solchen Winkelverschieden- daſs sie nicht auf einander zurückgeführt werden kön- Es wurde angenommen, daſs diese verschiedene Form r Art abzuleiten ist, wie sich die Atome der krystalli- Materie an einander lagern, was vorzüglich von der d des Krystallisirens statt findenden Temperatur abhän- und gezeigt, daſs mit der verschiedenen Gestalt Ab- ngen im specifischen Gewicht, in der Farbe und an- igenschaften verbunden sind. Als Beispiele von zusam- etzten Materien, welche Dimorphismus zeigen, wurden : kohlensaurer Kalk (im Kalkspath und Arragonit); -Schwefel-Eisen (im Schwefelkies und Strahlkies); Ti- (im Rutil und Anatas); Bittersalz und Zinkvitriol (in en des zwei- und zwei- und in Krystallen des zwei- gliedrigen Systems); schwefelsaures und selensaures yd (in Krystallen des viergliedrigen und des zwei- eigliedrigen Systems) und doppelt-phosphorsaures Na- n zwei verschiedenen Krystallreihen des zwei- und drigen Systems). Hierzu kommen noch folgende neuere ngen.

1 Kupferoxydul zeigt im gewöhnlichen Rothkupfererz elmäſsige Oktaeder und andere Formen des regel-

---

[1] Art. *Krystallogenie*. Bd. V. S. 1851.
d.

mäfsigen Systems; dagegen in der Kupferblüthe nach Succ
eine regelmäfsige sechsseitige Säule; also derselbe Dimor
mus, wie beim metallischen Kupfer. Nach den Beob
gen von HAYES[2] und von FRANKENHEIM[3] schiefst da
fach-Iod-Quecksilber aus seinen Auflösungen sowohl, al
der Sublimation in sehr gelinder Wärme in scharlachr
Krystallen des viergliedrigen Systems an, dagegen bei
Sublimation in höherer Temperatur in schwefelgelben r
bischen Tafeln des zwei- und eingliedrigen Systems. D
then Krystalle werden bei jedesmaligem Erwärmen gelb,
Erkalten wieder roth. Die durch Sublimation erhalten
ben Krystalle bleiben beim Erkalten unverändert; aber b
schwächsten Reibung oder Berührung mit einer Spitz
sich der berührte Punct scharlachroth, und diese F
pflanzt sich unter einer Bewegung, wie wenn die Ma
lebt wäre, durch den ganzen Krystallhaufen, so weit
sammenhängt, fort. Es bleibt hier die äufsere Form de
ben Krystalle, während die zusammengesetzten Atome
wechselseitige Lage, wie sie den rothen Krystallen z
angenommen haben müssen, womit die rothe Färbung
ben ist; es sind gelbe Afterkrystalle. Sublimirt man e
menge von rothen und gelben Krystallen bei so gelinde
me, dafs erstere ihre Farbe nicht ändern, so sublimire
rothe und gelbe Krystalle zugleich; letztere können nich
den rothen Krystallen, die man erwärmte, gebildet sey
die Erwärmung unter ihrer Farbenveränderung blieb.
aus schliefst FRANKENHEIM, dafs die gelben Krystalle
che verdampfen und der Dampf der gelben von dem
then verschieden sey. Sollte nicht vielleicht die Temp
so in der Mitte gestanden haben, dafs sich an kühleren
rothe, an etwas wärmeren gelbe Krystalle aus dem D
verdichteten? Andere interessante Beobachtungen von F
KENHEIM[4] bestehn in Folgendem. Läfst man einen T
von in Wasser gelöstem salpetersaurem Kali auf einer
platte verdunsten und beobachtet die sich bildenden Kr

1 Poggendorff's Ann. XXXIV. 528.
2 Silliman Amer. Journ. T. XVI. p. 174.
3 Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft. 1837. S. 14.
4 Poggendorff's Ann. XL. 447.

dem Mikroskop, so bemerkt man, wie sich neben we-n Krystallen des zwei- und zweigliedrigen Systems, in ben der Salpeter gewöhnlich erscheint, auch viele stum-Rhomboeder bilden, welche mit denen des salpetersauren ns übereinstimmen.

Hieraus ergiebt sich zugleich der Isomorphismus von und Natron. Da, wo sich die Krystalle der zwei ver-denen Systeme nähern, runden sich die rhomboedrischen und verschwinden allmälig, während sich die prismati-n auf ihre Kosten vergröfsern, wohl, weil erstere lösli-sind, als letztere. Berühren sich beide Krystallarten, so den die rhomboedrischen sogleich trübe und zerfallen in matische Krystalle, die sich ebenfalls ausbreiten, so dafs Ende alle Rhomboeder verschwunden sind, aufser bei sehr en Tropfen, wo die Flüssigkeit um die Rhomboeder her-verdunstet, bevor die Umwandlung erfolgt ist. Die trock-Rhomboeder bleiben unverändert, aufser beim Ritzen mit m prismatischen Salpeterkrystall oder einer Nadel, wo-ch sie bei unveränderter äufserer Gestalt und kaum merk-lichen Trübung in ein Aggregat von prismatischen Krystallen wandelt werden, so dafs sie in einer gesättigten Salpeter-ung prismatisch fortwachsen. Auch durch Erhitzung weit er 110° C. werden die Rhomboeder auf gleiche Weise ver-dert, so wie auch aus einer heifsen Salpeterlösung blofs matische Krystalle erhalten werden.

Die Umstände, unter welchen der kohlensaure Kalk ent-der als Kalkspath (in Rhomboedern von 2,73 specifischem wicht) oder als Arragonit (in härtern Rectanguläroktaedern andern Gestalten von 2,92 specifischem Gewicht) krystal-, sind von G. Rose[1] genau ausgemittelt. Läfst man eine ösung des kohlensauren Kalks in Kohlensäure haltendem er bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten, so erhält blofs Kalkspath in meist entscheitelten, primitiven Rhom-ern; dampft man dagegen die Auflösung im Wasserbade so erhält man Arragonit in sechsseitigen Säulen, mit we-n Kalkspathkrystallen gemengt, weil anfangs die Hitze Flüssigkeit geringer ist. Mischt man bei gewöhnlicher peratur wässerigen salzsauren Kalk mit wässerigem koh-

[1] Poggendorff's Ann. XLII. 355.

lensaurem Ammoniak, so entsteht zuerst ein voluminöser [...]kiger Niederschlag von kreideartigem kohlensaurem Kalk, [...]cher, wenn man ihn sogleich auf dem Filter sammelt, [...] und trocknet, unverändert bleibt, ein specifisches Gewic[...] 2,716 besitzt und sich unter dem Mikroskop aus klein[...] durchsichtigen Körnern bestehend zeigt (dieses ist wohl [...]pher kohlensaurer Kalk), welcher jedoch, wenn er einig[...] in der salzigen Flüssigkeit bleibt, zu mikroskopischen Kr[...]len von Kalkspath von 2,719 specifischem Gewicht zusam[...]geht. Werden die genannten Salzlösungen kochend ge[...] und bringt man das kohlensaure Ammoniak zum salzs[...] Kalk, so erhält man Arragonit mit etwas Kalkspath ge[...] Fügt man dagegen den salzsauren Kalk zum kohlensaure[...]moniak, so erhält man Arragonit, aus besonders kleinen [...]stallen von 2,949 specifischem Gewicht bestehend. W[...] diese Krystalle aber nicht sogleich auf dem Filter gesam[...] ausgewaschen und getrocknet, sondern bleiben sie i[...] Flüssigkeit, so gehn sie nach dem Erkalten derselben [...] in 8 Tagen vollständig, in Kalkspathkrystalle über; [...]nem Wasser erfolgt diese Umwandlung viel langsamer. Sch[...] man kohlensauren Kalk unter starkem Drucke nach H[...] Methode, so krystallisirt er beim Erkalten immer zu K[...]spath. Ein gröfserer Arragonitkrystall zerfällt bei schw[...] Glühhitze ohne Gewichtsverlust zu einem weifsen und[...]sichtigen gröblichen Pulver, dessen specifisches Gewich[...] noch 2,706 beträgt. Also krystallisirt der kohlensaure [...] in der Gestalt des Arragonits ungefähr bei 100°, dageg[...] wohl bei niedrigerer als bei höherer Temperatur als K[...]spath.

b) Amorphismus.

Die Lehre vom Amorphismus ist erst in neuerer Zeit [...] Fuchs[1] entwickelt worden, dessen Beobachtungen und Ans[...] in dem Folgenden mit einigen Zusätzen benutzt sind. Ein [...] Körper erscheint entweder blofs krystallinisch, oder [...] amorph, oder tritt auch bald krystallinisch, bald amorph [...] je nach den Umständen, unter welchen er aus dem flüs[...]

---

1 Schweigger's Journ. Th. LXII. S. 257. LXVII. S. 418. Pog[...]dorff's Ann. XXXI. 577.

Digitized by Google

nde in den festen übergeht, und nach seiner ursprüng-
n Geneigtheit für die Annahme dieses oder jenes Zustan-
Im amorphen Zustande geht den festen Körpern nicht
die äufserliche Krystallform ab, sondern auch, selbst bis
ihre kleinsten Theile, jede Art von krystallinischer Textur;
zeigen keine doppelte Strahlenbrechung, keinen Blätterdurch-
und keinen körnigen, sondern einen muschligen Bruch.
ist kein amorpher Körper, sondern ein Aggregat von
n unausgebildeten Krystallen. Glas ist amorph. Kommt
derselbe Körper in beiden Zuständen vor, so ist er
rystallinischen immer specifisch schwerer, härter und mei-
auch weniger löslich, als im amorphen. Es scheint da-
dafs sich im ersteren Zustande die Atome mehr nähern,
letzteren. Die Ueberführung eines Körpers aus dem
phen Zustande in den krystallinischen nennt Fuchs die
formation und die aus dem krystallinischen in den amor-
die *Deformation* oder *Entstaltung*.

Ein amorpher Körper kann entstehn:

1) Durch Schmelzung, die dann *Verglasung* zu nennen
So die gewöhnlichen Glasarten, viele Schlacken, Obsi-
Pechstein, Perlstein, Bimstein, verglaste Boraxsäure,
phorsäure, arsenige Säure, Arseniksäure u. s. w. Alle
Körper, die nach dem Schmelzen amorph erstarren, zei-
einen zähen Flufs. Diese Zähigkeit scheint der Grund zu
, warum sich die Atome während des Erstarrens nicht
zusammenlagern können, um eine krystallinische Masse
bilden. Man kann als Regel annehmen, dafs, wenn eine
geschmolzene Materie nach dem raschen Erstarren durchsich-
erscheint, sie amorph ist, dagegen krystallisirt, wenn sie,
wohl sie während des Fliefsens klar erschien, beim Erkal-
trübe oder undurchsichtig wird, wie z. B. Kalihydrat;
die vielen kleinen, nach verschiedenen Richtungen durch
der gewachsenen Krystalle müssen eine confuse Brechung
Zurückwerfung des Lichts veranlassen. Nach einer Be-
tung von Graham scheint beim Erstarren zu einer amor-
Masse weniger Wärme entwickelt zu werden, als beim
stallisiren, wenigstens entwickelt das doppelt-phosphor-
Natron nach dem Schmelzen beim Erstarren weniger
, als das doppelt-arseniksaure Natron; ersteres erstarrt

Digitized by Google

zu einem durchsichtigen Glase, letzteres zu einer weifsen, durchsichtigen, aus Fasern zusammengesetzten Masse.

2) Durch Abdampfung seiner Lösung. Eine Auf des Gummi's, Leims, Eiweifsstoffs, Wasserglases u. s. Wasser und der meisten Harze in Weingeist läfst beim dunsten die gelösten Stoffe amorph zurück. Alle diese sind schon in sehr kleinen Mengen des Lösungsmittels lö sie bleiben daher noch völlig gelöst, nachdem der g Theil desselben verdunstet ist, und bilden eine sehr co trirte, dicke Lösung, deren Zähigkeit wiederum die kry nische Aneinanderlagerung zu hindern scheint.

3) Durch Fällung. Die meisten voluminösen, gallert gen und schleimigen Niederschläge sind wohl als amorp betrachten. Theils behalten sie diesen Zustand auch be gerem Verweilen in der Flüssigkeit und stellen nach dem waschen und Trocknen erdige oder durchscheinende M von muschligem Bruch dar, z. B. Alaunerde und phos saurer Kalk; theils sinken sie schon in der Flüssigkeit, so sie sich bildeten, zu einem minder voluminösen Ag von kleinen Krystallen zusammen, wie kohlensaurer Harnsäure.

α) Amorphismus einfacher Stoffe.

Der Kohlenstoff zeigt Dimorphismus im Diamant und phit; der Rufs und die Kohle überhaupt lassen sich als am Kohlenstoff betrachten. Auch der dimorphe Schwefel sich amorph erhalten, wenn man ihn weit über den Sch punct erhitzt, so dafs er dickflüssig wird, und dann in ser giefst, worin er zu einem weichen hyacinthrothen erstarrt, welches aber allmälig wieder krystallinisch und mit undurchsichtig und gelb wird. Auch der aus wäss Flüssigkeiten gefällte Schwefel, die Schwefelmilch, sc sich im amorphen Zustande zu befinden. Der Phosphor Dunklen unter Wasser aufbewahrt, überzieht sich mit e weifsen undurchsichtigen Pulver, welches zwar von Pel für ein Hydrat des Phosphors erklärt wurde, aber nach Rose[1] reiner Phosphor ist, nur von einer andern Aggreg

---

1 Poggendorff's Ann. XXVII. 563.

Digitized by Google

zwischen 40° und 50° ohne Gewichtsabnahme zu ge-hnlichem Phosphor zusammenschmelzend. Einer dieser den Zustände des Phosphors möchte ein amorpher seyn. ungeglühte Silicium ist beim Erhitzen in der Luft ver-nlich, das zuvor in Wasserstoffgas geglühte nicht; wahr-lich ist ersteres amorph, letzteres krystallinisch und da-härenter. Die auffallenden Eigenschaften des Platin-rz[1] lassen es mit Wahrscheinlichkeit als amorphes Pla-betrachten.

) Amorphismus zusammengesetzter Stoffe.

Es sollen hier blofs diejenigen Verbindungen betrachtet den, welche sowohl krystallinisch als auch amorph vor-men, da ja vorzüglich nachgewiesen werden soll, dafs gleicher Mischung verschiedene Eigenschaften gegeben seyn en. Der Quarz hat 2,69 specifisches Gewicht und dop-Strahlenbrechung, löst sich nur wenig in kochendem rigem Kali und erhärtet, noch so fein gepulvert, nicht Kalk unter Wasser. Der Opal hat 2,09 specifisches Ge-t und einfache Strahlenbrechung, löst sich leicht in ko-dem Kali und erhärtet mit Kalk unter Wasser zu einem rel. Beide Mineralien sind Kieselerde; doch hält der Opal bis 10 Procent Wasser, und von diesem wurde die Ver-denheit abgeleitet, indem man den Opal als Kieselerde-t betrachtete. Für eine solche Annahme ist jedoch der rgehalt des Opals zu gering und zu veränderlich. Fuchs chtet daher den Opal als amorphe Kieselerde, wofür noch t, dafs, wenn man aus ihm durch Glühhitze alles Was-ausgetrieben hat, er fast noch dasselbe Ansehn besitzt, zuvor, und sich noch fast ebenso leicht in Kali löst. Die ich dargestellte Kieselerde, auch geglüht, verhält sich Kali, wie der Opal, und ist daher als amorphe zu be-hten. Chalcedon und Feuerstein sind Gemenge von Quarz Opal, welcher letztere sich durch Kochen mit Kali aus-n läfst, wo der Quarz vom Ansehn des Kaschelongs zu-kbleibt.

Erhält man grünes Glas mehrere Stunden bis Tage bei r Temperatur, in der es gerade weich wird, wobei man

1 S. Art. *Platin*. Bd. VII. S. 500.

es gewöhnlich, damit es nicht zusammensinke und seine Fo
verliere, mit irgend einem unschmelzbaren Pulver fest u
giebt, dessen chemische Natur übrigens ganz gleichgülti
z. B. mit Kohle, Eisenoxyd, Beinasche, Sand u. s. w.,
wird es, von aufsen nach innen fortschreitend, trübe und
serig, und ist endlich vollständig in das *Reaumur'sche Por*
lan verwandelt, welches weifs, wenig durchscheinend, m
von faserigem Bruche, übrigens specifisch schwerer, strengflüs
und bei weitem härter als Glas ist, am Stahl Funken gi
Wärme und Elektricität besser leitet, daher beim Reiben n
elektrisch wird, und welches auch bei raschem Tempera
wechsel nicht so leicht springt. Diese Veränderung erf
ohne merklichen Gewichtsverlust und ist wohl davon ab
leiten, dafs während des länger dauernden Zustandes
Weichheit die das Glas constituirenden zusammengesetz
Atome sich dichter und in der Art an einander legen, d
Krystallbildung erfolgt. Doch ist hierzu nöthig, dafs das G
bestimmte Bestandtheile in bestimmten Verhältnissen enth
daher nicht alles Glas, und in der Regel nicht das wei
dieser Veränderung fähig ist und daher auch wohl im Rea
mur'schen Porcellan häufig amorphe Glastheile, den krystal
nischen beigemengt, übrig bleiben mögen. Schmelzt m
Reaumur'sches Porcellan von 2,80 specifischem Gewicht, so l
fert es nach Guyton Morveau ein Glas von 2,625 speci
schem Gewicht, was aber allerdings nicht durchsichtig, so
dern bedeutend getrübt ist. Auch mir lieferte ein Spli
Reaumur'sches Procellan, auf Platindraht vor dem Löthro
geschmolzen, nach starkem Blasenwerfen ein stark getrü
Glas. Also scheint doch einige chemische Aenderung bei d
ser Entglasung vorgegangen zu seyn[1]. Basalt, der ein A
gregat von Krystallkörnern ist, schmilzt zu einem schwarz
Glase; dieses, längere Zeit in der Glühhitze erhalten, w
wieder feinkörnig und undurchsichtig. Fuchs schmolz du
starkes Feuer ein Gemenge von Thon, Kalk und Magn
eisen zu einer schwarzen Schlacke zusammen; als diese
doch beinahe abgekühlt war, so wurde sie gleichsam leb

1 Vergl. Lewis phys. chem. Abhandl. übers. von Krünitz S. 4
Darticues Ann. de Chim. T. L. p. 325. Guyton Morveau Ann. de ch
T. LXXXIII. p. 113.

Digitized by Google

und zerfiel in wenig Augenblicken zu einem grauen lver.

Vesuvian und Kalkgranat haben dieselbe chemische Zu- mensetzung; namentlich giebt die Analyse des Vesuvians m Wiluiflusse und des grünen Granats ebendaher fast das- be Resultat, nach der Formel: $CaO + Al^2O^3 + 3SiO^2$, dafs bei beiden ein Theil der Alaunerde durch das der- isomorphe Eisenoxyd vertreten ist. Die Krystalle des vians gehören dem viergliedrigen, die des Granats dem lären Systeme an; specifisches Gewicht der ersteren 3,63, letzteren 3,4. Dieselbe Verbindung nun, welche fähig in den beiden Gestalten des Vesuvians und Granats Di- phismus zu zeigen, läfst sich auch im amorphen Zustande hen. Man möge den Vesuvian oder den Granat schmel- so erhält man, wie Magnus[1] gezeigt hat, ohne Ge- htsverlust immer ganz dasselbe Product, nämlich ein Glas derselben grünen Farbe und Durchscheinheit, wie die krystallisirten Mineralien, aber weicher und von nur 2,95 ifischem Gewicht, so dafs bei diesem Uebergange aus dem ystallinischen in den amorphen Zustand eine Ausdehnung beinahe $\frac{1}{4}$ statt findet. Zugleich zeigt sich dieses Glas in säure löslich, während es die beiden krystallisirten Mine- lien nicht sind. Noch mehrere andere Kieselerde haltende eralien, die nicht in Salzsäure löslich sind, werden es durch hmelzen, wohl aus derselben Ursache.

Die im Grofsen sublimirte arsenige Säure schmilzt im lme wegen höherer Temperatur zu einem wasserhellen lase zusammen. Dieses weifse Arsenikglas, bei gewöhnli- er Temperatur Monate lang aufbewahrt, wird trübe und ßlich weifs und undurchsichtig. Auch hier ist es wahrschein- h, dafs ein Uebergang aus dem amorphen glasigen in den ystallinischen Zustand statt findet, nur bleibt es auffallend, dafs hierbei nach Guibourt das specifische Gewicht von 3,785 auf 3,695 abnimmt und sich die undurchsichtige Säure kaltem und heifsem Wasser etwas reichlicher löst, als die sige, während sonst beim amorphen Zustande geringere htigkeit und leichtere Löslichkeit statt findet. Löst man e noch durchsichtige Säure in kochender verdünnter Salz-

---

1 Poggendorff's Ann. XX. 477. XXI. 50. XXII. 391.

Digitized by Google

säure und läfst die Lösung sehr langsam erkalten, so leu
nach H. Rose[1] jeder sich ausscheidende Krystall lebhaft.
krystallisirte Säure, in Salzsäure gelöst, zeigt diese Ers
nung nicht, desgleichen nicht die verglaste Säure, nach
sie undurchsichtig geworden ist, aufser wenn sie noch
amorphe Säure beigemischt enthält. Indem also die g
Säure beim Krystallisiren aus ihrer salzsauren Lösung in
stallinische übergeht, wird Licht frei. Diese Erfahrung is
sofern auffallend, als sie zeigt, dafs die Auflösung der a
phen Säure von der der krystallinischen verschieden ist,
doch mit dem flüssigen Zustande aller Unterschied von Am
und Krystallinisch aufhören sollte.

Die Behauptung von Berzelius, dafs der Mineralke
dieselbe Zusammensetzung wie das graue Schwefelan
besitzt (SbS^3), welche, wiewohl sie durch H. Rose's, P
lipps's und meine Versuche bestätigt wurde, dennoch bi
die neueste Zeit wiederholt bestritten worden ist, erhält
die Ansichten und Versuche von Fuchs eine neue Be
gung und vollständige Aufklärung. Nach ihm ist das
Schwefelantimon die Verbindung im krystallisirten, der Mi
ralkermes dieselbe Verbindung im amorphen Zustande.
war bereits bekannt, dafs Mineralkermes, bis zum Schm
erhitzt, ohne alle Gewichtsänderung beim Erkalten zu gr
Schwefelantimon krystallisirt. Wenn man umgekehrt gr
Schwefelantimon schmelzt und dann in kaltes Wasser gi
so erhält man nach Fuchs eine glänzende dunkle M
von muschligem Bruche und von 4,15 specifischem Gewi
während das des grauen Schwefelantimons 4,6 beträgt,
ein dem Kermes ähnliches, nur etwas dunkleres rothbra
Pulver liefert, während das des grauen Schwefelantimons g
ist. Die rasche Abkühlung der geschmolzenen Verbind
hinderte also die krystallinische Zusammenfügung, und
Körper bleibt gröfstentheils amorph. Das schwarze Schwe
quecksilber, welches man durch Fällung eines Quecksilb
oxydsalzes mittelst überschüssiger Hydrothionsäure erhält,
genau dieselbe Zusammensetzung, wie der Zinnober (Hg
und geht durch Sublimation in diesen über; umgekehrt w
nach Fuchs feingepulverter Zinnober, bis zum anfangen

1 Poggendorff's Ann. XXXV. 481.

Digitized by Google

erdampfen erhitzt und dann in kaltes Wasser getaucht, in schwarzes Schwefelquecksilber verwandelt. Hier ist, entgegengesetzt vom Schwefelantimon, das krystallinische Schwefelquecksilber roth und durchsichtig, das amorphe aber schwarz und undurchsichtig.

Endlich scheint auf der Transformation oder dem Uebergange aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand die merkwürdige Erscheinung des Erglimmens vieler amorphen Körper beim Erhitzen zu beruhen. Werden sie fast bis zum Glühen erhitzt, so zeigen sie ein lebhaftes, von dem am meisten erhitzten Puncte ausgehendes und sich durch die ganze Masse verbreitendes Erglimmen, und sie besitzen nun, wohl weil ihre Theile dichter krystallinisch vereinigt sind, gröfsere Härte und viel geringere Löslichkeit. Diese Körper sind theils solche, welche beim Erhitzen keinen Gewichtsverlust erleiden und ursprünglich amorphe sind, theils solche, welche bei dem Erglimmen Wasser, Ammoniak u. s. w. verlieren und erst durch diesen Verlust eines ihrer Bestandtheile in einen porösen, amorphen Zustand übergehn.

Zu den erstern gehört der Gadolinit (kieselsaure Yttererde), dem gewifs mit Unrecht eine Krystallform zugeschrieben wird, da sein muschliger Bruch und sein obsidianartiges Ansehn für den amorphen Zustand sprechen. Er erglimmt bei mäfsigem Erhitzen sehr lebhaft und löst sich vor dem Erglimmen sehr leicht in Salzsäure, nach demselben selbst bei mehrtägigem Kochen nur unvollständig.

Körper, welche zwar ursprünglich krystallinisch sind, aber durch den mit der Erhitzung bewirkten Verlust eines flüchtigeren Bestandtheils amorph werden und dann, wenn kein Gewichtsverlust weiter statt findet, bei noch stärkerem Erhitzen das Erglimmen zeigen, sind folgende: Zirkonerdehydrat, Titanoxydhydrat, Tantalsäurehydrat, Chromoxydulhydrat, Eisenoxydhydrat, Rhodiumoxydhydrat, und das basisch-arseniksaure Eisenoxyd, das antimonigsaure Kobaltoxyd, das antimonsaure Kobaltoxyd und das antimonsaure Kupferoxyd im gewässerten Zustande. Erhitzt man diese Verbindungen nur so weit, bis sie alles Wasser verloren haben, so zeigen sie sich fast noch so gut löslich, wie im gewässerten Zustande; ist aber vermöge stärkerer Erhitzung das Er-

Digitized by Google

glimmen eingetreten, so zeigen sie viel geringere Löslich und oft auch Farbenveränderung. Bis zum Erglimmen erh Zirkonerde löst sich in keiner Säure mehr, aufser in koch dem Vitriolöl; das verglimmte Chromoxydul ist blasser g als zuvor, und nur noch in kochendem Vitriolöl löslich; verglimmte Eisenoxyd gleicht an Härte und Schwerlöslich dem gepulverten Eisenglanz, welcher krystallisirtes Eisenc ist; während die genannten antimonig- und antimonsa Salze vor dem Erglimmen sehr leicht durch Salzsäure zers werden, so widerstehn sie nach dem Erglimmen ihrer W kung fast vollständig, so wie sie auch viel blasser gefärbt si als zuvor. Nachdem das gewässerte basisch-phosphorsa Bittererde-Ammoniak zuerst bei gelindem Erhitzen alles W ser und Ammoniak verloren hat, so zeigt es bei stärker das Erglimmen. Ebenso verhält sich das bei mäfsiger hitzung des Berlinerblaus oder des Einfachcyaneisens in ein Destillirapparat bleibende Kohlenstoffeisen.

Es geht hieraus hervor, dafs die Körper im amorph Zustande mehr Wärme gebunden enthalten, als im krystal nischen.

Wahrscheinlich ist auch der Umstand, dafs Gyps, de man durch gelindes Erhitzen entwässert hat, mit Wasser e härtet, nicht aber stark erhitzter, daraus zu erklären, dafs d entwässerte Gyps im ersteren Fall in amorphem, im letzter in krystallinischem Zustande (als Anhydrit) zurückbleibt.

B. Abweichende Eigenschaften der Verbin dungen, die aus einer verschiedenen Zu sammenfügung der einfachen Atome z zusammengesetzten zu erklären sind.

Bei den durch Dimorphismus und Amorphismus bewirk ten Verschiedenheiten der Verbindungen wurde angenommen die zusammengesetzten Atome haben immer dieselbe Beschaf fenheit, und es hänge nur von der Art ab, wie sich die zu sammengesetzten Atome an einander lagern, ob bald dieser bald jener krystallinische, bald amorpher Zustand eintrete Hiermit hängt zusammen, dafs diese durch Dimorphismus und

Digitized by Google

rphismus hervorgebrachten Verschiedenheiten auch bei ein-
hen Stoffen vorkommen können, da auch einfache Atome, ich den zusammengesetzten, sich auf verschiedene Weise einander lagern können, und dafs diese Verschiedenheiten hoben werden durch Schmelzung, Verdampfung oder Auf-ung des festen Körpers, wo es dann von den Umstän-en abhängt, in welchem Zustande er wieder feste Gestalt an-nimmt.

Anders verhält es sich mit den jetzt zu betrachtenden rschiedenheiten, bei welchen als Ursache angenommen wird, die Art oder Zahl, nach welcher die einfachen Atome zu en zusammengesetzten vereinigt sind, verschieden ist. Da-können sich diese Verschiedenheiten blofs bei Verbindun-en vorfinden und sie können auch beim Uebergange der rbindungen in den flüssigen Zustand unverändert bleiben; da die einmal auf diese oder jene Weise gebildeten zusam-mengesetzten Atome können ohne Störung dieser Zusammen-fügung mit Wärme und wägbaren Auflösungsmitteln Verbin-dungen eingehn. Zwei Verbindungen, die so aus denselben Stoffen nach demselben Verhältnisse zusammengesetzt sind, nur dafs dabei eine verschiedene Gruppirung der einfachen Atome zu zusammengesetzten statt findet, haben nicht blofs verschiedene physikalische Eigenschaften, sondern zeigen auch verschiedene chemische Verhältnisse. Die Auseinandersetzung der zu dieser Lehre, deren Aufstellung wir Berzelius ver-danken, gehörigen Fälle wird dieses deutlicher machen.

a) Isomerie.

Wenn von zwei oder mehreren Verbindungen angenom-men werden mufs, dafs sie in ihren zusammengesetzten Ato-men dieselben Elemente nach derselben Atomzahl enthalten, so dafs das zusammengesetzte Atom der einen Verbindung so viel wiegt, wie das des andern, und die Verbindungen den-noch verschiedene physikalische und chemische Verhältnisse zeigen, so heifsen sie isomer (von ἴσος gleich und μέρος Theil). Es wird vermuthet, dafs die einfachen Atome, welche ein zu-sammengesetztes bilden, auf verschiedene Weise an einander gelagert sind. Viele der früher hierher gerechneten Verbin-dungen sind in neuester Zeit als polymer erkannt worden. Bei

Digitized by Google

entsteht immer diejenige Form der Säure, welche für die S
tigung der vorhandenen Basis die angemessenste ist. Folg
Beispiele werden dieses erläutern.

Beim raschen Verbrennen des Phosphors entsteht, w
hier eine Salzbasis fehlt, Metaphosphorsäure. Diese sow
als die Pyrophosphorsäure, in Wasser gelöst, verwandeln
in der Kälte sehr langsam, beim Kochen schneller in gew
liche Säure, wegen Einwirkung des überschüssigen, als B
wirkenden Wassers. Eine solche Auflösung, unter 150°
gedampft, verliert so lange Wasser, bis auf PO^5 nur noch
Atome Wasser übrig sind, welche die Stelle von 3 Atom
Basis vertreten. Dieses Hydrat verliert aber bei 237° imm
mehr von dem basischen Wasser und hiermit mischt s
dem Hydrat der gewöhnlichen Säure immer mehr Hydrat
Pyrophosphorsäure bei ($PO^5 + 2\,HO$ oder $P^2\,O^{10} + 4\,H$
und bei noch stärkerem Erhitzen, wodurch $\frac{2}{3}$ des Wass
verdampft werden, bleibt bloſs Hydrat der Metaphosphors
($PO^5 + HO$ oder $P^3\,O^{15} + 3\,HO$), welches denn bei s
kerem Erhitzen als Ganzes verdampft. Wird irgend eine
drei Formen der Phosphorsäure mit Natron geglüht in d
Verhältnisse von PO^5 zu $3\,NaO$ oder mehr, so entsteht e
Verbindung der gewöhnlichen Phosphorsäure mit Natron;
gegen bildet sich bei dem Verhältnisse von PO^5 zu $2\,NaO$ (o
von $P^2\,O^{10}$ zu $4\,NaO$) pyrophosphorsaures und bei dem V
hältnisse von PO^5 zu NaO (oder von $P^3\,O^{15}$ zu $3\,Na$
metaphosphorsaures Natron. Eine kurze Beschreibung d
wichtigsten Natronsalze wird diese merkwürdigen Verhält
noch weiter erläutern.

Natronsalze der gewöhnlichen Phosphorsäure:

a) Sogenanntes *basisch-phosphorsaures Natron* ($3\,Na$
$+ PO^5 + 24\,HO$) krystallisirt aus einer mit Natron verse
ten Lösung des folgenden Salzes b, bleibt beim Glühen u
verändert.

b) Sogenanntes *neutrales phosphorsaures* Natron ($3\,Na$
$+ HO$ [basisches Wasser] $+ PO^5 + 24\,HO$). Die Kr
stalle verlieren unter 100° die 24 Atome Krystallwasser, ab
erst in der Glühhitze das 1 Atom basisches Wasser, welch
neben den 2 Atomen Natron die 3 Atome Basis ausmacht, d
ren die gewöhnliche Phosphorsäure zu ihrem Bestehn bed
Durch dieses Glühen geht das Salz in neutrales pyropho

Digitized by Google

saures Natron über, weil nach der Verjagung des 1 Atoms basischen Wassers blofs 2 Atome Basis übrig bleiben.

c) *Saures, phosphorsaures Natron* (NaO + 2HO basisches Wasser] + PO^5 + 2HO [Krystallwasser]). Die Krystalle verlieren unter 100° die Hälfte ihres Wassers, nämlich die 2 Atome Krystallwasser; die 2 Atome basisches Wasser, welche neben dem 1 Atom Natron die 3 Atome Basis bilden, deren die gewöhnliche Phosphorsäure bedarf, werden erst in der Glühhitze ausgetrieben, und die geschmolzene Masse ist metaphosphorsaures Natron, weil auf PO^5 nur 1 Atom (oder auf P^2O^{10} nur 3 Atome) Basis bleibt. Wird jedoch das Salz nur bis zu 190° erhitzt, so entweicht nur 1 Atom basisches Wasser, und es bleibt das pyrophosphorsaure Salz e.

Diese drei Natronsalze der gewöhnlichen Phosphorsäure geben mit salpetersaurem Silberoxyd einen gelben Niederschlag (3 AgO + PO^5) und bei Anwendung der Salze b und c hält die darüber stehende Flüssigkeit freie Salpetersäure.

Natronsalze der Pyrophosphorsäure:

d) *Neutrales.* Durch Glühen des Salzes b, Auflösen und Krystallisiren. Die Krystalle halten: 2 NaO + PO^5 + 10 HO (oder 4 NaO + P^2O^{10} + 20 HO). Sämmtliches Wasser entweicht, da es blofs Krystallwasser ist, bei mäfsiger Wärme und läfst das trockne Salz in übrigens unverändertem Zustande. Seine wässerige Auflösung wird nicht durch Kochen verändert; wird sie dagegen mit Salpetersäure oder einer andern stärkern Säure gekocht, wodurch die Pyrophosphorsäure in Freiheit gesetzt wird, so geht sie in gewöhnliche über und liefert bei nachherigem Neutralisiren mit Natron und Krystallisiren das Salz b.

e) *Saures* (NaO + HO + PO^5 oder 2 NaO + 2HO + P^2O^{10}) bleibt zurück, wenn man das Salz e einige Zeit einer Hitze zwischen 190 und 205° aussetzt, wobei es von seinen 2 Atomen basischen Wassers nur 1 Atom verliert. Nicht krystallisirbar. Geht beim Glühen, wodurch das letzte Atom Wasser ausgetrieben wird, in das metaphosphorsaure Salz f über.

Diese zwei pyrophosphorsauren Salze geben mit salpetersaurem Silberoxyd einen weifsen Niederschlag, welcher enthält: 2 AgO + PO^5 (oder 4 AgO + P^2O^{10}).

Die Metaphosphorsäure bildet mit Natron blofs:

f) *Neutrales Salz* ($NaO + PO^5$ oder $3\,NaO + P^3$ Entsteht beim Glühen von c oder e als ein sehr zerfliefs Glas; die Auflösung liefert keine Krystalle und reagir wenig sauer; wird sie einige Tage lang bis 205° erhitzt, bei 1 Atom Wasser zurückgehalten wird und als basis Wasser in die Verbindung tritt, so bleibt das Salz e. liefert die Lösung mit überschüssigem Natron abgedampft haltendes Kochen unter Ersetzung des Wassers bewirkt d nicht) in das Salz a über. Das Salz f giebt mit salpeter rem Silberoxyd einen weifsen gallertartigen Niedersc ($AgO + PO^5$ oder $3\,AgO + P^3O^{15}$).

In folgender Tabelle ist eine Uebersicht dieser Ve dungen der drei Phosphorsäuren in Formeln gegeben; 1 Wasser vertritt darin immer 1 Atom einer wirklichen Sa sis. Bei der isomeren Ansicht sind alle drei Säuren bei der polymeren sind sie PO^5, P^2O^{10} und P^3O^{15}.

		Isomere Ansicht			Polymere Ansicht		
Gewöhnliche Säure	Hydrat		$3HO$	$+PO^5$		$3\,HO$	+ [illegible]
	Salz c)	NaO	$+2HO$	$+PO^5$	NaO	$+2\,HO$	+ [illegible]
	Salz b)	$2NaO$	$+\ HO$	$+PO^5$	$2NaO$	$+\ HO$	+ [illegible]
	Salz a)	$3NaO$		$+PO^5$	$3NaO$		+ [illegible]
Pyrophosphorsäure	Hydrat		$2HO$	$+PO^5$		$4\,HO$	+ [illegible]
	Salz e)	NaO	$+\ HO$	$+PO^5$	$2NaO$	$2HO$	+ [illegible]
	Salz d)	$2NaO$		$+PO^5$	$4NaO$		[illegible]
Metaphosphorsäure	Hydrat		HO	$+PO^5$		$3\,HO$	+ [illegible]
	Salz f)	NaO		$+PO^5$	$3NaO$		+ [illegible]

Die isomere Ansicht giebt einfachere Formeln, die mere läfst deutlicher den Grund einsehn, warum die eine mehr Basis sättigt, als die andere. Wollte man, um Erklärung durch Isomerie und Polymerie zu beseitigen, die gewöhnliche Phosphorsäure sey eine solche, welche 3 Wasser innig gebunden enthält und daher, mit einer st Salzbasis zusammengebracht, an die Stelle des basischen sers ebenso viele Atome der stärkern Salzbase eintauscht, die phosphorsäure aber sey eine solche, welche nur 2 Atome, un

Digitized by Google

phosphorsäure eine solche, welche nur 1 Atom Wasser in- bunden enthält und daher an dessen Stelle nur 2 oder 1 Atom Salzbasis bindet, so bleibt unerklärt, warum die bei- letztern Säuren, mit mehr Wasser zusammengebracht, sogleich 3 Atome im Ganzen binden und zu gewöhnli- Phosphorsäure werden; warum namentlich die durch Ver- des Phosphors entstandene Metaphosphorsäure, in noch Wasser gelöst, ihre Eigenthümlichkeit behält und sie durch längere Einwirkung des Wassers in der Kälte oder kürzere beim Kochen verliert; warum ferner die Pyro- phorsäure, mit noch so viel Natron bei gewöhnlicher peratur zusammengebracht, nur 2 und die Metaphosphor- nur 1 Atom aufnimmt, aufser bei Anwendung einer der hitze nahen Temperatur, welche in Verbindung mit der des Natrons eine Aenderung in der Constitution dieser hervorbringt. Man ist daher genöthigt, entweder nach meren Ansicht eine verschiedene Aneinanderlegung der- Zahl von Phosphor- und Sauerstoffatomen anzuneh-, oder nach der polymeren eine verschiedene Zahl der im zusammengesetzten Atom bei unverändert gleichem hältnisse.

Ähnliche Verhältnisse, wie bei der Phosphorsäure, kom- nach den Untersuchungen von Berzelius auch bei der rigen (TeO) und Tellursäure (Te^2O^3) vor.

Bei der tellurigen Säure sind zwei Modificationen zu un- scheiden, von denen die eine, A, der gewöhnlichen, die dere, B, mehr der Pyro- oder Metaphosphorsäure entspre- möchte. Schmelzt man tellurige Säure mit Kali zusam-, löst die Masse in Wasser, versetzt sie kalt mit Salpe- und wäscht die gefällte tellurige Säure mit kaltem aus, so erhält man das Hydrat der löslichern Modi- A in weifsen Flocken, von metallischem Geschmack, röthend, etwas in Wasser, leicht in Salpetersäure wässerigem kohlensauren Kali löslich. Wird dagegen die Salpetersäure gefällte Lösung nur bis zu 40° erwärmt, der flockige Niederschlag zu dichten wasserfreien Kör- der unlöslichen Modification B zusammen, und auch wässerige Lösung der Säure A setzt beim Abdampfen die B ab; desgleichen die Auflösung der Säure A in Sal- säure ohne Abdampfen, besonders wenn sie warm und

concentrirt ist. Die unlösliche Säure B zeigt sehr geri Geschmack, röthet sehr schwach Lackmus, löst sich nic Wasser, wässerigen Säuren und Ammoniak, und nur be gesetztem Kochen in wässerigem kohlensauren Kali; beim Sch zen mit kohlensaurem Kali geht sie wieder in die Säu über.

Die löslichere Tellursäure A läfst sich erhalten durch setzung des tellursauren Baryts mit verdünnter Schwefel Filtriren und Abdampfen, wo sie in wasserhaltigen Krys anschiefst. Diese Krystalle ($Te^2 O^3 + 3 HO$) verliere 160° 2 Atome Wasser ohne Veränderung der Säure; wird auch das letzte Atom Wasser ausgetrieben, was noch der Glühhitze erfolgt, so ist die Säure in die unlösliche dification B übergeführt. Die Säure A schmeckt metallisch thet Lackmus und löst sich leicht in Wasser und wässe Alkalien. Die Säure B löst sich selbst beim Kochen nic Wasser, Salpetersäure und wässerigem Kali, aufser wenn teres sehr concentrirt ist, welches sie, in die Säure A wandelt, auflöst. Die Verbindungen des Kali's oder N mit 2 oder 4 Atomen Tellursäure A, fast bis zum Glühen hitzt, verwandeln sich in Verbindungen der Modification B gehn dadurch aus dem löslichen in den unlöslichen Zustand

Erklärt man diese verschiedenen Zustände aus der P merie, so hat man vielleicht anzunehmen, die tellurige A sey $Te O$, die tellurige Säure B sey $Te^2 O^2$, die T säure A sey $Te^2 O^3$ und die Tellursäure B sey $Te^4 O^6$.

Es fragt sich, ob die antimonigsauren und antimon Salze, welche in der Hitze verglimmen und dadurch fas angreifbar durch Säuren werden (s. o.), nicht ebenfalls bei aus dem einen polymeren Zustande in den andern gehn.

Fällt man salzsaures Zinnoxyd durch Ammoniak, so hält man nach Berzelius ein anderes Zinnoxydhydrat, wenn man Zinn durch Salpetersäure oxydirt. Ersteres, *gewöhnliche*, löst sich mit Leichtigkeit in concentrirter S säure, letzteres, das *anomale*, löst sich nicht darin, aber einen kleinen Theil derselben in sich und löst dann nach Abgiefsen der übrigen Salzsäure in gröfsere Men von Wasser vollständig auf; die so erhaltene Auflösung rinnt, selbst bei grofser Verdünnung, wenn man sie erh

Digitized by Google

giebt auch mit concentrirter Salzsäure einen Niederschlag, sich in reinem Wasser wieder löst. Alle diese Verhält- kommen bei gewöhnlichem Zinnoxyd nicht vor. De- man das anomale Hydrat mit Salzsäure, so geht eine bindung derselben mit gewöhnlichem Zinnoxyd über; auch Schmelzen des anomalen Hydrats mit Kalihydrat erhält eine in Salzsäure lösliche Verbindung von Kali mit ge- lichem Oxyd. Umgekehrt setzt die Lösung des gewöhn- Oxyds in Salzsäure beim Erhitzen mit Salpetersäure ano- Hydrat ab. Diese Verschiedenheit läfst sich nicht aus Annahme erklären, das gewöhnliche Hydrat sey amorph, anomale krystallinisch, daher minder löslich; denn letz- ist nicht krystallinisch und, einmal gelöst, müfste es gleich dem gewöhnlichen verhalten. Wir haben es also hier entweder mit zwei isomeren Verbindungen zu thun, beide SnO^2 wären, oder mit zwei polymeren, nämlich O^2 und Sn^2O^4.

Besonders viele Fälle von Polymerie zeigen sich bei den nischen Verbindungen.

Beim Erhitzen des Cyanquecksilbers entwickelt sich das Cyan unverändert, als Cyangas; ein kleiner Theil je- bleibt, in ein braunes Pulver verwandelt, in der Retorte ück. Dieses braune Pulver, das Paracyan, hat nach JOHN- dieselbe Zusammensetzung, wie das Cyan (NC^2), und als N^3C^6 betrachtet.

Die Cyansäure, Knallsäure und Cyanursäure zeigen in ihrer Verbindungen dieselbe Zusammensetzung, na- ich ist bei allen dreien das Silbersalz: $AgO + NC^2O$. noch zeigen diese Säuren sowohl in ihren Verbindungen, ch für sich, so weit man sie in diesem Zustande kennt, auffallendsten Verschiedenheiten. Die Cyansäure ist sehr ig, riecht stechend sauer, zersetzt sich sehr leicht und sich reichlich in Wasser. Ihre Verbindung mit Silber- erscheint in weifsen, nicht in Wasser löslichen Flocken, welche sich in der Hitze nur unter Zischen entzünden und welche mit stärkern Säuren den Geruch der Cyansäure ent- ckeln. Die Verbindung der Knallsäure (die man nicht für kennt) mit Silberoxyd krystallisirt in weifsen, in Was- löslichen Nadeln, die in der Hitze und durch den Stofs

Digitized by Google

mit Heftigkeit verpuffen[1] und mit Säuren keinen Geruch n Cyansäure entwickeln. Die Cyanursäure krystallisirt in ruchlosen, nicht leicht zersetzbaren, schwierig in Wasse lichen, wasserhaltigen Säulen und bildet mit Silberoxyd we nicht in Wasser lösliche, beim Erhitzen nicht verpuf Flocken. Diese Verschiedenheiten lassen sich mit Liebig mi der Polymerie durch die Annahme erklären, dafs die Knalls zweimal und die Cyanursäure dreimal so viel Atome enthält, al Cyansäure; mit der Zahl der Atome wächst jedoch hier das Ve gen, die Basen zu neutralisiren, oder die Sättigungscapaci gleichem Verhältnisse. Während 1 Atom Cyansäure (NC 1 Atom Basis neutralisirt, so neutralisirt 1 Atom Knalls (N^2 C^4 O^2) 2 Atome und 1 Atom Cyanursäure (N^3C^6 3 Atome Basis. Daher ist die Cyansäure ein-, die K säure zwei- und die Cyanursäure dreibasisch. Hiernac das cyansaure Silberoxyd $AgO + NC^2O$, das knalls $2AgO + N^2C^4O^2$, das cyanursaure $3AgO + N^3C^6$ Die Neigung der Knallsäure, Doppelsalze zu erzeugen, h mit ihrer zweibasischen Natur zusammen; es wird da Atom der Basis oft durch ein anderes ersetzt; so ist das k saure Silberoxydkali $KO + AgO + N^2C^4O^2$. Für die sammensetzung der Cyanursäure aus einer dreifachen Atom und für ihre dreibasische Natur sprechen ihre Verhältnisse gen Wasser und Kali, welche an die der gewöhnlichen P phorsäure gegen Wasser und Natron erinnern. Ihre aus Lösung in heifser Salzsäure erhaltenen Krystalle sind ihr drat und halten auf 1 Atom Säure ($N^3C^6O^3$) 3 Atome W ser, welches sich daraus nicht entfernen läfst und die S von 3 Atomen Salzbasis vertritt. Sie bildet mit Kali 2 S welche auf 1 Atom der Säure ein oder zwei Kali halten. Salz mit 1 Atom Kali behält noch 2 Atome basisches Wa das Salz mit 2 Atomen Kali noch 1 Wasser. So entstehn gende Formeln:

Cyanursäurehydrat $= 3HO + N^3C^6O^3$;
Kalisalz mit 1 Atom Kali $= 2HO + KO + N^3C^6O^3$;
Kalisalz mit 2 Atomen Kali $= HO + 2KO + N^3C^6O^3$.

Eine vierte hierher gehörige Verbindung ist die unl che Cyanursäure oder das Cyamelid. Es entsteht, wenn

1 S. Art. *Silber*. Bd. VIII, S. 799.

ansäurehydrat ($NC^2O + HO$) sich selbst überläfst. Es weifse, geruchlose, nicht krystallinische, in Wasser, re und Salpetersäure selbst beim Kochen weder lösliche rsetzbare Materie, welche beim Erhitzen mit Vitriolöl lem Cyansäurehydrat in schwefelsaures Ammoniak und hende Kohlensäure zerfällt, während die lösliche Cyanierdurch nicht zersetzbar ist. Sie enthält die vier Ele-Stickstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff gedemselben Verhältnisse, wie das Cyansäurehydrat und nursäurehydrat; aber nach welcher Atomzahl und in r Art der Verbindung, ist nicht bekannt. Diese drei lungen werden vielfach in einander umgewandelt. Das id sowohl als die krystallisirte Cyanursäure, in einer erhitzt, destilliren als Cyansäurehydrat über, welches niger Zeit wieder zu Cyamelid gesteht; das Cyamelid h in wässerigem Kali zu cyansaurem Kali auf; schmelzt yanursaures Kali, so wird es unter Entweichen von und einem Theil der sich erzeugenden Cyansäure zu rem Kali; umgekehrt wird, wenn man zu einer wäs-Auflösung des cyansauren Kali's so viel Essigsäure fügt, durch nur ein Theil des Kali's entzogen wird, cyanur-Kali niedergeschlagen. Nach Liebig's Vermuthung bele Verschiedenheit des Cyamelids von den Hydraten der äure und Cyanursäure nicht auf Polymerie, sondern auf rie (s. u.). Während nämlich diese beiden Hydrate + Sauerstoff + Wasser nach verschiedener Atomzahl ten, sieht er das Cyamelid als eine Verbindung von 2 n Kohlenoxyd mit 1 Atom eines Stickwasserstoffs an, r 1 Atom Stickstoff auf 1 Atom Wasserstoff enthält ' + NH). Die Atome sind hier dieselben, wie im äurehydrat, aber zuvor zu andern näheren Verbindungen igt.

as flüchtigere Chlorcyan ($NC^2 + Cl$) ist bei gewöhnli-Temperatur gasförmig und krystallisirt bei — 18° in n; das fixere Chlorcyan ($3\,NC^2 + 3\,Cl$) ist bei geicher Temperatur fest und siedet erst bei 190°; es zerbeim Kochen mit Wasser in Salzsäure und Cyanur-

Die krystallisirte Traubensäure hält $C^4\,H^4\,O^7$; bei 100° rt sie 1 Atom Wasser und es bleiben also $C^4\,H^3\,O^6$;

ihre völlig getrocknete Verbindung mit Bleioxyd hält P $+ C^4 H^2 O^5$; die krystallisirte Weinsäure läfst sich durch hitzen nicht weiter entwässern; sie enthält gleich der ge neten Traubensäure $C^4 H^3 O^6$ und ihr Bleisalz ist eb $PbO + C^4 H^2 O^5$. Also sind sich sowohl die für sich m lichst entwässerten Säuren in ihrer Zusammensetzung gl als auch die hypothetisch trocknen Säuren im Bleisalze. B Säuren liefern bei der trocknen Destillation dieselben Prod Dennoch sind ihre Eigenschaften und die ihrer Verbindu wesentlich verschieden. Liebig hat gezeigt, dafs sich Verhältnisse der Weinsäure genügender verstehn lassen, w man ihre Atomzahl verdoppelt und sie dadurch in die R der zweibasischen Säuren setzt, wofür ihre grofse Nei Doppelsalze zu bilden, in welchen 2 Atome von zwei v schiedenen Salzbasen enthalten sind, spricht. Hiernach w

die hypothetisch trockne Weinsäure	=		$C^8 H^4 O^{10}$,
die krystallisirte Weinsäure	=	$2HO$	$+ C^8 H^4 O^{10}$,
der Weinstein	=	$KO + HO$	$+ C^8 H^4 O^{10}$,
das einfach-weinsaure Kali	=	$2KO$	$+ C^8 H^4 O^{10}$.

Vor der Hand liegt übrigens nur ein Grund vor, Atomgewicht der Traubensäure einfach zu lassen, wenn der Weinsäure verdoppelt wird. Denn das Verhalten Traubensäure gegen Salzbasen ist, so weit man es kennt, der Weinsäure ähnlich. Aber Berzelius bemerkte be dafs bei der Neutralisation des doppelt-traubensauren Kali's Natron und Abdampfen kein dem Seignettesalz ähnliches D pelsalz erhalten werde, sondern eine verworrene Salzm die vielleicht blofs ein Gemenge der beiden einfachen S sey, und ich überzeugte mich in der That, dafs zuerst re traubensaures Natron krystallisirt, dann fast reines traub saures Kali. Dieser Umstand möchte gestatten, das Atom wicht der Traubensäure einfach zu lassen und die Versch denheit beider Säuren aus der Polymerie zu erklären.

Aufser diesem noch zweifelhafteren Falle von Polym der Weinsäure mit der Traubensäure bietet die Weinsäure n einige bestimmtere Fälle von Polymerie dar. Wird näm die krystallisirte Säure behutsam geschmolzen, so verliert immer mehr Wasser; ist $\frac{1}{2}$ ihres basischen Wassers ausgetr

Digitized by Google

t, so ist sie in Tartrilsäure verwandelt, und wenn sie bei gerem Schmelzen $\frac{1}{6}$ weiter verloren hat, in Tartrelsäure. ist dasselbe Verhalten, wie das des Hydrats der gewöhn- en Phosphorsäure, welches beim Erhitzen unter Verlust Wasser zuerst in das Hydrat der Pyrophosphorsäure, dann in der Metaphosphorsäure umgewandelt wird. Im Ver- ltnise, als die Menge des basischen Wassers abnimmt, ver- igen sich die einfachen Atome in der Weinsäure zu gröfsern mmengesetzten Atomen, die einer geringeren Menge einer is oder des Wassers zur Sättigung bedürfen. Dieses wird folgender Uebersicht anschaulich.

ystallisirte Wein- säure	$= 2\,HO + C^8H^4O^{10}$;
rtrilsäure	$= 1\frac{1}{3}HO + C^8H^4O^{10} = 2HO + C^{12}H^6O^{15}$;
rtrelsäure	$= HO + C^8H^4O^{10} = 2HO + C^{16}H^8O^{20}$.

mnach hält 1 Atom der hypothetisch trocknen Tartrilsäure ($C^{12}H^6O^{15}$) 1½mal und 1 Atom der hypothetisch trocknen rtrelsäure ($C^{16}H^8O^{20}$) zweimal so viel Atome, als 1 Atom r hypothetisch trocknen Weinsäure.

Wegen der vermutheten Isomerie oder Polymerie zwi- schen Citronensäure und Aepfelsäure und zwischen Sumarsäure und Equisetsäure sind noch weitere Untersuchungen abzu- warten.

Wie bereits im Artikel *organische Verbindungen* gezeigt wurde, so giebt es viele Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff, nach demselben Verhältnisse zusammen- gesetzt und doch von verschiedenen Eigenschaften. Im Ver- hältnifs von 6 Theilen Kohlenstoff auf 1 Theil Wasserstoff (CH) sind zusammengesetzt: ölerzeugendes Gas, flüchtigeres Oel des Oelgases, Steinöl, Eupion, Wachsöl, Weinöl, Wein- campher, Rosencampher, Paraffin und Ceten. Vom öler- zeugenden Gas wird angenommen, es sey CH; vom flüchti- gen Oele des Oelgases, es sey C^2H^2, wofür spricht, dafs sein Dampf zweimal so schwer ist, als das ölerzeugende Gas. Da das Ceten aus dem Aethal ($C^{32}H^{34}O^2$) durch Entziehung von Wasser mittelst Erhitzens mit Phosphorsäure entsteht, so ist es wahrscheinlich $C^{32}H^{32}$, und da das Weinöl aus dem Weingeiste ($C^4H^6O^2$) ebenfalls durch Wasserentziehung ent- steht, so ist es vielleicht C^4H^4. Bei den übrigen der ge-

Digitized by Google

nannten Verbindungen giebt es keinen Anhaltpunct, welchem aus die Atomzahl mit einiger Wahrscheinlichk bestimmen wäre.

Es enthalten ferner 12 Theile Kohlenstoff auf 1 W stoff ($C^2 H$): der Oelgascampher und das Benzin. A Bildung des letztern durch Erhitzen von Benzoesäure (C^{14} H mit Kalk, welcher 2 Atome Kohlenstoff und 4 Sauerst Kohlensäure bindet, läfst sich vermuthen, dafs das B $C^{12} H^6$ sey. Das Verhältnifs von 30 Theilen Kohle auf 4 Theile Wasserstoff ($C^5 H^4$) findet sich beim Kaut Citronenöl, Dadyl, Peucyl, Wachholderöl, Sadebaumöl Schwarzpfefferöl. Das Citronenöl ist wahrscheinlich C und das Dadyl $C^{20} H^{16}$, da die campherartige Verbindun erstern mit Salzsäure $C^{10} H^9 Cl$ und die letztere C^{20} H ist. Endlich scheinen sowohl Naphthalin, als auch Para thalin $C^5 H^2$ zu seyn.

Der Methylenäther ist $C^2 H^3 O$; der Weingeist C^4 H Mit dieser doppelten Atomzahl im Weingeist hängt es zusammen, dafs er eine tropfbare Flüssigkeit darstellt, rend der Methylenäther gasförmig ist; doch haben Wein dampf und Methylenäther dasselbe specifische Gewicht, s ersterer ein einatomiges, letzterer ein zweiatomiges Gas b

Auch bei den verschiedenen Arten des Zuckers, Gum und Stärkmehls scheinen Isomerien oder Polymerien vorzu men und auch das Gerinnen des Eiweifsstoffes in der H ist vielleicht von einer solchen Ursache abzuleiten.

c) Metamerie.

Hierunter versteht Berzelius den Fall, wo die zus mengesetzten Atome von zwei Verbindungen zwar im Ga dieselben Elementaratome nach derselben Zahl enthalten, doch aus verschiedenen näheren Bestandtheilen zusamme setzt sind. Die metameren Verbindungen sind daher im Verbindungen einer höheren Ordnung, ihre zusammenges ten Atome sind aus den zusammengesetzten Atomen der nahe Bestandtheile gebildet, und diese letzteren sind in den beid metameren Verbindungen verschieden. Um durch ein ein ches Beispiel dieses Verhältnifs deutlicher zu machen, so wür die Verbindung von 1 Atom Zinnoxydul mit 1 Atom Schwe

Digitized by Google

e (SnO + OOOS) dieselben Elemente nach derselben ahl enthalten, wie eine Verbindung (wenn sie möglich von 1 Atom Zinnoxyd mit 1 Atom schwefliger Säure O + OOS). Die wenigen hierher gehörigen Fälle kommen bei den organischen Verbindungen vor.

Der Eisessig ist hypothetisch trockne Essigsäure ($C^4 H^3 O^3$) asser (HO), zusammen $C^4 H^4 O^4$; der ameisensäure Meäther ist Ameisensäure ($C^2 H O^3$) + Methylenäther O), zusammen $C^4 H^4 O^4$.

Die Ameisennaphtha ist Ameisensäure ($C^2 H O^3$) + Aether O), zusammen $C^6 H^6 O^4$; der essigsaure Methylenäther sigsäure ($C^4 H^3 O^3$) + Methylenäther ($C^2 H^3 O$), zusam- $H^6 O^4$. Specifisches Gewicht der tropfbar-flüssigen Ameiphtha 0,916, des essigsauren Methylenäthers 0,919. Siedet der ersteren 56°, des letzteren 58°; das specifische cht des Dampfes ist bei beiden gleich, nämlich ungefähr Dieser Uebereinstimmung in Zusammensetzung und ren Eigenschaften ungeachtet sind diese beiden Verbin- verschieden; bei der Behandlung mit Kali zerfällt die naphtha in ameisensaures Kali und Weingeist, der es- Methylenäther in essigsaures Kali und Holzgeist.

Beim Einwirken der Schwefelsäure auf Weingeist können je nach den Umständen, drei verschiedene Säuren bil- die Weinschwefelsäure, die Aethionsäure und die Isäure. Alle drei scheinen zu enthalten $C^4 H^5 O^7 S^2$ und Verschiedenheit scheint auf Metamerie zu beruhen. Die schwefelsäure wird betrachtet als eine Verbindung von 2 m Schwefelsäure und 1 Atom Aether ($C^4 H^5 O + O^6 S^2$); Aethionsäure scheint zu enthalten 1 Atom Unterschwefel- mit 1 Atom Aetheroxyd oder, wenn man den Aeals Aethyloxyd betrachtet, mit 1 Atom Aethylbioxyd $H^5 O^2 + O^5 S^2$). Es sind hierüber weitere Untersuchun- abzuwarten.

Das Aldehyd ist $C^4 H^4 O^2$ und sein Dampf wiegt 1,5317; Essignaphtha, welche aus Essigsäure ($C^4 H^3 O^3$) und Ae- ($C^4 H^5 O$) besteht, ist $C^8 H^8 O^8$ und ihr Dampf wiegt 06, also das Doppelte.

Endlich ist noch folgender eigenthümlicher Fall ins Gebiet Metamerie zu rechnen. Mischt man in der Kälte Cyan-

Digitized by Google

säure mit wässerigem Ammoniak, so enthält die Flüssigk
cyansaures Ammoniak, was sich dadurch beweisen läfst, d
sie mit stärkern Säuren Cyansäure und mit fixen Alkalien Am
moniak entwickelt. Aber Erwärmung und selbst freiwil
Verdunsten ist schon hinreichend, dieses Salz in Harns
umzuwandeln, welcher jene Erscheinungen mit Säuren u
Alkalien nicht mehr hervorbringt. Der Harnstoff ist $N^2 C^2 H^4$
dieselben Atome würden 1 Atom cyansaures Ammoniak +
Atom Krystallwasser enthalten, nämlich $NC^2O + NH^3 + H$
Es ist also durch eine andere Zusammenfügung der Elem
taratome das gewässerte cyansaure Ammoniak in Harnstoff u
gewandelt.

IV. Aufhebung chemischer Verbindungen

Eine jede chemische Verbindung läfst sich, so weit d
Erfahrung reicht, wieder aufheben. Welche Stoffe man a
mit einander verbinden möge, so ist man im Stande, sie wi
der zu trennen und für sich darzustellen. Möglich bleib
jedoch, dafs Verbindungen existiren, die wegen zu gro
Innigkeit den bisherigen Trennungsversuchen widerstanden, u
dafs mehrere bis jetzt unzerlegte Stoffe solche innige Verb
dungen sind.

Die Aufhebung einer chemischen Verbindung ist die Z
setzung, *Decomposition;* die Verbindung wird *zersetzt*, d
componirt; die sich hierbei von der ursprünglichen Verb
dung heterogen darstellenden Stoffe kann man als die Z
setzungstheile bezeichnen. Diese Zersetzungstheile sind e
weder *Zersetzungseducte* oder *Zersetzungsproducte*. Edu
heifsen sie, wenn sie bereits vor der Zersetzung in der Ve
bindung enthalten waren und einen Bestandtheil derselb
ausmachten; Producte sind während der Zersetzung neu en
standene Verbindungen. So ist die Kohlensäure, welche si
beim Einwirken der Salzsäure auf kohlensauren Kalk entwicke
ein Educt, dagegen diejenige, welche beim Erhitzen von Ko
mit Quecksilberoxyd entsteht, ein Product. Ein Zersetzung
product ist daher immer ein zusammengesetzter Stoff; ein Edu
kann einfach oder zusammengesetzt seyn; letzteres namentlic
wenn die sich zersetzende Verbindung nähere und entfernte
Bestandtheile enthält, wie der kohlensaure Kalk.

Digitized by Google

Je nach der Art der Zersetzung erhält man entweder bloſs ucte (Wasser durch den elektrischen Strom zersetzt) oder ls Producte (Wasser durch Phosphorkalium zersetzt) oder de zugleich (Wasser durch Kalium zersetzt).

1) Bedingungen der chemischen Zersetzung.

Soll die Zersetzung einer Verbindung eintreten, so müs- den Kräften, welche ihre Bestandtheile zusammenhalten, rwiegende Kräfte entgegenwirken. Die meisten Zersetzun- werden durch einwirkende stärkere Affinitäten hervorge- cht, wovon unten ausführlicher; doch auch einige andere urkräfte vermögen mitunter Zersetzungen zu bewirken, und über ist Folgendes zu bemerken.

a) Durch den *Druck* läſst sich keine chemische Verbin- g wägbarer Stoffe trennen. Aus dem Schwamm läſst sich Wasser auspressen, ein Beweis, daſs der Druck eine durch häsion hervorgebrachte Verbindung aufzuheben vermag, aber stärkste Druck treibt aus Gyps und andern Salzen, die ystallwasser enthalten, wofern hierbei nicht eine zur Schmel- ung des Salzes hinreichende Temperaturerhöhung eintritt, kein Wasser aus. Man führte zwar als einen Beweis der Zersetzung einer chemischen Verbindung durch den Druck das Beispiel vom Blei- amalgam und andern Amalgamen an, aus welchen sich durch star- ken Druck laufendes Quecksilber auspressen lasse; doch beruht dieses auf einem Irrthume. Wenn man Blei, Silber u. s. w. mit überschüssigem Quecksilber vereinigt, so bildet sich eine proportio- nirte Verbindung, welche fest ist und körnig krystallisirt, und das überschüssige Quecksilber, worin ein kleiner Theil der festen Verbindung gelöst enthalten ist, bleibt flüssig. Diese flüssige Lösung des Amalgams in überflüssigem Quecksilber läſst sich wegen groſser Adhäsion nicht so vollständig von dem körni- gen Amalgam trennen, daſs nicht bei stärkerem Pressen noch ein Theil abflieſsen sollte. Ist die feste Verbindung nach dem richtigen Verhältnisse dargestellt, so daſs kein Quecksilber überschüssig bleibt, so läſst sich auch kein Quecksilber aus- pressen. Nur bei den Verbindungen wägbarer Stoffe mit un- wägbaren, wie mit der Wärme, ist Zersetzung durch den Druck möglich; so zerfallen elastische Flüssigkeiten durch den Druck in tropfbare Flüssigkeiten und freiwerdende Wärme.

Digitized by Google

noch mehr aufzulösen, oder ihre Affinität zu demselben, m ist am Ende nicht bedeutender, als das Bestreben der Th des starren Körpers, vereinigt zu bleiben, oder ihre Cohäs Hiermit hört die weitere Auflösung auf. Da jedoch de Temperaturerhöhung die Cohäsion der starren Körper verm dert zu werden pflegt, so tritt beim Erwärmen bis zu ei gewissen Puncte meistens eine neue Auflösung ein, bis dieser weitern Sättigung der Flüssigkeit ihre Affinität z starren Körper so weit verringert ist, daſs ihr die, wiew durch die Erwärmung geschwächte, Cohäsion desselben wie das Gleichgewicht zu halten vermag. Wird nun eine sol in der Wärme gesättigte Lösung wieder auf ihren vor Punct abgekühlt, womit auch wieder die Cohäsion des star Körpers ihre frühere Stärke und das Uebergewicht über Affinität erlangt, so scheidet sich ein Theil des starren K pers aus der Flüssigkeit ab und vereinigt sich zu gröſse meist krystallinischen Massen, und es bleibt nur so viel v starren Körper gelöst, als die Flüssigkeit bei dieser nieder Temperatur unmittelbar von ihm aufgenommen haben wür Diese Abscheidung heiſst die *freiwillige* oder *falsche* Nie *schlagung* (*Praecipitatio spontanea*), sofern sie erfolgt, oh daſs ein wägbarer Körper zur Flüssigkeit gefügt wird.

Diese freiwillige Niederschlagung durch Abkühlung ze sich bei den Auflösungen der meisten Salze in Wasser und We geist, verschiedener Campher- und Fettarten in Weingeist und ther und in sehr vielen andern Fällen. Halten wässerige Lö gen das Wasser im Ueberschuſs, so setzen sie unter 0° häufig e Theil desselben als Eis ab, während eine concentrirtere Lös flüssig bleibt; denn bei einer Temperatur unter 0° überw auch die Cohäsion des Eises über seine Affinität zum Salz, während eine gesättigte Salzlösung in der Kälte Salz abse so scheidet sich aus der verdünnten Eis aus. Ein ähnlic Verhältniſs zeigt das Wasser gegen die Essigsäure. Die c centrirteste Essigsäure, die man darzustellen vermag, der E essig, gefriert schon bei + 15°; wird er mit $\frac{1}{5}$ Wasser mischt, so gefriert bei stärkerer Kälte Eisessig heraus u es bleibt eine Verbindung von Eisessig mit wenig Wa ser flüssig; bei mehr Wasser gefriert nichts heraus; bei no mehr Wasser gefriert dieses heraus, während eine concentr tere Essigsäure flüssig bleibt. Wird der mit $\frac{1}{5}$ Wasser gemisch

essig, statt der Abkühlung, bei + 15° einem Druck von 00 Atmosphären ausgesetzt, so krystallisiren nach Perkins[1] gefähr $\frac{7}{8}$ des Gemisches in einigen Minuten zu Eisessig, rend eine schwächere Essigsäure flüssig bleibt. Es scheint nach, dafs ein stärkerer Druck, gleich einer stärkern Kälte, Cohäsion vermehrt.

Es zeigen sich jedoch bei der freiwilligen Niederschla- g folgende Anomalieen. Einige starre Körper, wie Kalk citronsaurer Kalk, sind, wie oben bemerkt, in kaltem ser reichlicher löslich, als in heifsem. Eine in der Kälte sigte Lösung derselben trübt sich daher umgekehrt beim zen und klärt sich wieder beim Erkalten. Hiermit hängt rscheinlich folgende auffallende Erscheinung zusammen: iges Kali löst in der Kälte sehr viel einfach-weinsauren auf; so oft man die klare Flüssigkeit erhitzt, so gesteht durch Ausscheidung von weinsaurem Kalk zu einer wei- kleisterartigen Masse, die aber in der Kälte nach eini- Zeit wieder klar und flüssig wird. Der sich in der Hitze ende Niederschlag ist nach Osann drittel-weinsaurer Kalk, er vermuthet, dafs bei jedesmaligem Erhitzen das Kali einfach-weinsauren Kalk $\frac{2}{3}$ der Weinsäure entziehe und basische Salz fälle, welches dann in der Kälte wieder die Säure aufnehme und dadurch löslich werde. Das bersalz zeigt ein doppeltes Verhalten. Es löst sich um so chlicher im Wasser, je mehr dieses erwärmt wird, wenn nicht die Temperatur über 33° hinausgeht, weil sonst die ichkeit wieder abnimmt; bei 33° mit Glaubersalz gesät- s Wasser giebt daher sowohl beim Erkälten Krystalle, zwar von gewässertem Salz, als bei stärkerem Erhitzen, ich wasserfreies Salz ausscheidet.

Aehnliche Anomalieen zeigen das Coniin und Animin, nur wir es hier blofs mit tropfbaren Flüssigkeiten zu thun . Coniin, bei gewöhnlicher Temperatur mit Wasser schüttelt, nimmt eine kleine Menge auf; die klare Flüssig- trübt sich bei jedesmaligem noch so gelinden Erwärmen Ausscheidung von Wasser und klärt sich wieder beim lten. Das Animin löst sich in 20 Theilen kalten Wassers;

---

1 Schweigger's Journ. Th. XXXIX. S. 361.

Digitized by Google

die Auflösung trübt sich bei jedesmaligem Erhitzen
Ausscheidung von Animin, was sich beim Erkalten wiede

d) Einige Erfahrungen scheinen zu beweisen, daſs die *Adhäsion* im Stande ist, lose chemische Verbin aufzuheben. WAGENMANN[1] fand, daſs, wenn man dur nen Quarzsand Essig filtrirt, die zuerst durchgehende Flü fast aller Säure beraubt ist und erst, nachdem sich de hinlänglich mit Essigsäure beladen hat, der Essig unve hindurchgeht. Mit Wasser verdünnter Kartoffelbran durch Quarzsand filtrirt, liefert zuerst reines Wasser, Wasser mit Weingeist, seines Fuselöls beraubt, dann d veränderte Gemisch. Auch Holzspäne entziehen dem anfangs fast alle Säure, und noch stärker wirkt die Hol bei diesen beiden Stoffen möchte jedoch eine Affinität sigsäure die Ursache seyn.

Vielleicht gehört hierher auch die merkwürdige von SÖMMERRING[2], daſs ein Gemisch von Wasser und geist, in eine Thierblase eingeschlossen und der warm ausgesetzt, fast bloſs Wasser verdunsten läſst, so daſs absoluter Weingeist zurückbleibt. Eine Thierblase, mit geist in Berührung, wird trocken und spröde; dag weicht sie sich in Wasser und schwillt durch Aufnah selben auf. Steht daher ihre innere Wandung mit ei misch aus Weingeist und Wasser in Berührung, so ni vorzugsweise letzteres auf und läſst es bis zur äuſsern dung hindurch dringen, wo es dann unter Mitwirk warmen Luft verdunstet und das Nachdringen frischer sertheile möglich macht. Ist dieses Erweichen der thier Blase durch Wasser eine Affinitätsäuſserung und die weichte Blase als eine Art Hydrat zu betrachten, so dieser Fall nicht hierher; ist aber diese Erweichung eine Folge der Haarröhrchenanziehung, was wahrsc cher seyn möchte, dann wird durch die Adhäsion der zum Wasser die lose chemische Verbindung zwischen W und Weingeist aufgehoben.

e) Eine noch zweifelhafte Zersetzungsweise ist die

1 Poggendorff's Ann. XXIV. 620.

2 Münchener Denkschriften. J. 1811, 1814, 1820, 1824.

Digitized by Google

actwirkung oder durch die *katalytische Kraft*. Hierunter ehn MITSCHERLICH[1] und BERZELIUS[2] die Erscheinung, ein mit einer Verbindung in Berührung gebrachter fester tropfbarer Körper eine Zersetzung desselben veranlaſst, hierbei irgend eine chemische oder mechanische Aende- zu erleiden, oder wenigstens, wenn eine chemische ung desselben eintritt, ohne doch etwas von den Be- theilen der durch ihn zersetzten Verbindung aufzuneh- Der katalytische Körper bewirkt durch seine bloſse Ge- rt, nicht durch seine Affinität, daſs sich in der davon ten Verbindung durch Einwirkung der schlummernden täten die Elemente nach andern Verhältnissen, nach wel- ine gröſsere elektrochemische Neutralisirung erfolgt, ver- Diese katalytische Kraft betrachtet BERZELIUS als igenthümliche *elektrochemische* Aeuſserungsweise. Hier- gehört besonders Folgendes.

Das Wasser läſst sich, wiewohl nur sehr schwierig, durch ation (III. 1. I) mit 1 Atom Sauerstoff weiter vereini- und bildet so das Wasserstoffhyperoxyd (HO^2). Die- ite Atom Sauerstoff ist nur höchst lose gebunden und schon bei gewöhnlicher Temperatur von selbst un- langsamem Blasenwerfen, was bei 20° schon bedeu- ist und bei stärkerer Erwärmung in eine lebhafte Gas- ckelung übergeht, welche sich, da diese Zersetzung von twickelung begleitet ist, immer mehr und endlich bis schwachen Explosion steigert. Es giebt nun viele welche, wenn sie in vertheilter Gestalt bei gewöhnli- Temperatur in das Wasserstoffhyperoxyd gebracht wer- eine heftige Gasentwickelung veranlassen, ohne hierbei geringste Veränderung zu erleiden. Besonders heftig wir- Kohle, Braunstein, Gold, Platin, Palladium, Rhodium, und Osmium in Gestalt von Pulver oder Feile; we- heftige Gasentwickelung veranlassen Quecksilber, Blei, er, Nickel, Kobalt, Kadmium, Kalihydrat, Bittererde- t, Eisenoxyd, Kupferoxyd, Zinkoxyd u. s. w. Bei den yden des Platins, Goldes, Silbers und Quecksilbers kommt der merkwürdige Umstand vor, daſs diese, weit entfernt,

1 Poggendorff's Ann. XXXI. 287.
2 Jahresbericht Th. XV. S. 237.

stoff des Pflanzensaftes zu mannigfachen organischen Ver[...]dungen vereinigt.

Die meisten und wichtigsten Zersetzungen chemischer [...]bindungen werden jedoch dadurch hervorgebracht, dafs [...]nen andere Stoffe treten, deren *überwiegende Affinität* [...] Aufhebung der alten Verbindungen neue erzeugt. Soll [...] Wirkung erfolgen, so sind dieselben Bedingungen zu erf[...] wie sie zur Einleitung einer chemischen Verbindung [...]haupt (III. 1.) als nöthig angegeben worden sind, nament[...] unmittelbare Berührung, Ueberwiegen der für die neuen V[...]bindungen wirkenden Kräfte über diejenigen, welche di[...]ten zusammenhalten, und meistens auch flüssiger Zustand [...]nigstens des einen Stoffes, daher auch hier häufig Schmel[...] oder Dampfbildung durch höhere Temperatur vorausgehn [...] und *eine Zersetzung auf nassem Wege* und eine auf [...]*nem Wege* unterschieden wird. Doch auch hier kommen [...]nahmen vor. So zersetzt der Kalk das salzsaure Am[...] bei trocknem Zusammenreiben in gewöhnlicher Tem[...] und das Kochsalz das schwefelsaure Quecksilberoxyd [...] Hitze, die zur Schmelzung nicht hinreichend ist. Auc[...]setzt sich der Borax beim Zusammenreiben mit salpe[...]rem Bleioxyd und Silberoxyd, so wie mit schwefel[...]rem Zinkoxyd und Kupferoxyd, indem hier durch Fre[...]den des Krystallwassers des Boraxes eine feuchte [...] entsteht.

So wie ferner nach Obigem die einfache Bildun[...] Verbindungen oft eine höhere Temperatur erheischt, als [...] welche der flüssige Zustand der zu verbindenden Sto[...]wirkt wird, so ist es auch bei diesen Zersetzungen de[...] So zersetzt erst in der Glühhitze das Sauerstoffgas das [...]moniakgas in Wasser und Stickgas und die Kohle den W[...]serdampf in Kohlenoxydgas und Wasserstoffgas. Auch [...] können bisweilen Licht oder Elektricität die Wärme ve[...]ten. Viele chemische Wirkungen des Lichts beruhn da[...] dafs es neue Verbindungen wägbarer Stoffe einleitet und [...] durch die alten zerstört. So nimmt das Chlor aus dem W[...]ser den Wasserstoff blofs im Licht oder auch in der G[...]hitze auf, mehrere in Säuren gelöste Metalloxyde trete[...] den Wasserstoff und Kohlenstoff des Weingeistes und and[...] organischer Stoffe ihren Sauerstoff vorzüglich nur beim [...]

Digitized by Google

ken von Licht oder einer höheren Temperatur ab und den theilweise oder ganz reducirt; Zeuge, mit organischen Farbstoffen gefärbt, verschiefsen an der Luft sowohl im Lichte als auch bei einer bis zu 200° gesteigerten Temperatur.

Von den so höchst mannigfaltigen Zersetzungsweisen, die durch gröfsere Affinitäten zu der Verbindung hinzutretender Stoffe bewirkt werden, sollen hier nur einige der wichtigern betrachtet werden [1].

1) Die Verbindung AB zersetzt sich beim Hinzutreten von C in die Verbindung AC und in frei werdendes B. Dieser Sch.
Fall wird die einfache *Wahlverwandtschaft* (*Attractio electiva simplex*) genannt. Als Beispiele mögen zuerst einige dienen, in welchen die Wärme einen der drei auf einander wirkenden Stoffe abgiebt. AB sey Wasser (d. h. Wärme und Eis), C sey gefrornes Quecksilber; es entsteht flüssiges Quecksilber und Eis. AB sey Goldoxyd (d. h. Sauerstoff + Gold), C Wärme als Glühhitze einwirkend; es entsteht Sauerstoffgas (Sauerstoff + Wärme) und metallisches Gold. Ebenso zerfällt der kohlensaure Kalk durch Glühhitze in Kalk und kohlensaures Gas und ölerzeugendes Gas in Kohle und in Wasserstoffgas, welches für sich eine gröfsere Ausdehnung hat, als in der Verbindung mit Kohlenstoff. AB sey salzsaures Gas (Salzsäure + Wärme), C sey Wasser; das Wasser bildet mit der Salzsäure wässerige Salzsäure unter Entbindung der Wärme.

Fälle, in welchen alle drei Stoffe wägbar sind, sind folgende. Zinkoxyd wird durch glühende Kohle in Kohlenoxydgas und Zink, Kupferoxyd wird dadurch in kohlensaures Gas und Kupfer zersetzt. Aus glühendem Kali (OK) treibt Chlorgas Sauerstoffgas aus, Chlorkalium erzeugend. Zinnober (Hg S), mit Eisen geglüht, giebt Schwefeleisen und Quecksilber. Aus kohlensaurem Kalk entwickelt Salzsäure, unter Bildung von salzsaurem Kalk, kohlensaures Gas. Salzsaures Ammoniak erzeugt mit Kalk salzsauren Kalk unter Freiwerden des Ammoniaks. Aus wässerigem salpetersaurem Silberoxyd fällt Kali Silberoxyd unter Bildung von salpetersaurem Kali. Eine Auflösung

1 Auf der hierzu gehörigen Tafel bezeichnen die punctirten Linien die aufgehobenen, die ausgezogenen die neu erzeugten Verbindungen.

von Harz in Weingeist zerfällt durch Wasser in verdünn Weingeist und niederfallendes Harz. Umgekehrt wird Wasser gelöstes Glaubersalz durch Weingeistzusatz fast gefällt. Die Verbindung des Weingeistes mit übersch gem Wasser hat nämlich kaum noch Affinität zum und die des Wassers mit überschüssigem Weingeist kaum zu Glaubersalz.

Bisweilen entzieht C der Verbindung A B nur einen T von A, so dafs sich eine Verbindung von B mit wenig ausscheidet. So verwandelt glühendes Zink das kohlens Gas unter Entziehung der Hälfte seines Sauerstoffes in K
Sch. 2. lenoxydgas. Das erzeugte A C kann sich dann noch mit AB, welches einen Theil seines A verloren hat, verein So bildet Zink mit wässeriger schwefliger Säure untersch
Sch. 3. ligsaures Zinkoxyd. Oder C entzieht der Verbindung AB les A nebst einem Theile von B und scheidet nur Theil von B aus. So bildet Schwefelsäure, mit Mang peroxyd (MnO^2) erhitzt, schwefelsaures Manga ($SO^3 + MnO$) und treibt nur die Hälfte des Sauers
Sch. 4. Gas aus.

Die Zersetzung von A B durch C in A C und B bisweilen bei Gegenwart einer vierten Materie D, welche erst mit A B verbunden ist und sich dann mit A C verei Wasser (A B), mit Schwefelsäure (D) gemischt, liefert mit
Sch. 5. (C) schwefelsaures Zinkoxyd und Wasserstoffgas. Di Bewandtnifs hat es mit allen Wasserstoffentwickelungen, beim Auflösen eines Metalls in einer wässerigen Säure einem Alkali erfolgen. Auch gehören hierher alle Fäll der Metalle aus den Auflösungen ihrer Oxyde in Säuren Alkalien durch andere Metalle; an die Stelle des Wasser vom vorigen Falle tritt hier ein Metall. So liefert schw
Sch. 6. saures Kupferoxyd mit Zink schwefelsaures Zinkoxyd und pfer; ebenso salpetersaures Silberoxyd mit Kupfer salpeter res Kupferoxyd und Silber u. s. w.

Bisweilen wird nur ein Theil der Verbindung zersetzt und der andere Theil, der die Stelle der Materie
Sch. 7. vertritt, vereinigt sich mit dem gebildeten A C. Kalium, kohlensaurem Gase erhitzt, scheidet Kohle aus und bild Kaliumoxyd, welches die unzersetzt gebliebene Kohlensäu
Sch. 8. aufnimmt. Chlor vereinigt sich unter Stickgasentwickelu

dem Wasserstoff eines Theils des Ammoniaks zu Salz-
e, welche sich dann mit dem übrigen Ammoniak zu Sal-
k verbindet. Sch.
Dasselbe kommt zuweilen mit der Abänderung vor, dafs 9.
m zersetzt werdenden Theile von AB nur einen Theil
A entzieht. Quecksilber, mit Schwefelsäure erhitzt, liefert
felsaures Quecksilberoxyd und schweflige Säure. Silber Sch. 10.
t mit Salpetersäure salpetersaures Silberoxyd und Stick-
gas. Sch. 11.

2) Die Verbindung AB zersetzt sich mit C in zwei neue
bindungen, AC und BC. Beim Glühen des Quecksilber- Sch. 12.
s entsteht Quecksilberdampf (Quecksilber + Wärme) und
stoffgas (Sauerstoff + Wärme). Schwefelkohlenstoff, in
stoffgas verbrannt, bildet schweflige Säure (SO^2) und
ensäure (CO^2). Die meisten Schwefelmetalle zersetzen
mit Chlor in Chlorschwefel und in Chlormetall.

Dieselbe Zersetzung erfolgt oft bei Gegenwart einer vier-
Materie D, mit der sich dann die eine der zwei neuen
bindungen AC und BC oder auch beide, jede für sich,
inigen. Wasser zersetzt sich mit Phosphor in phosphor-
res Kali und in Phosphorwasserstoffgas. Wasser liefert mit Sch. 13.
lor (Brom oder Iod) und Kali chlorsaures Kali und salz-
res Kali. Bisweilen ist die vierte Materie D vor der Zer- Sch. 14.
zung mit AB vereinigt und wird bei der Zersetzung in
iheit gesetzt. In Wasser gelöstes schwefelsaures Ammo-
iak wird durch Chlor in Salzsäure, Chlorstickstoff und freie
Schwefelsäure zersetzt. Hier ist der Wasserstoff des Ammo- Sch. 15.
niaks A, der Stickstoff desselben B, Chlor C, Schwefel-
re D.

Bisweilen tritt die mit AB verbunden gewesene Materie
mit AC zusammen. Quecksilber bildet in salpetersaurem
beroxyd salpetersaures Quecksilberoxydul und Silberamalgam
(Dianenbaum). Sch. 16.

Oder es bleibt ein Theil AB unzersetzt, mit welchem
h AC verbindet: Kaliumoxyd, mit überschüssigem Schwe-
erhitzt, liefert schwefelsaures Kali und Fünffach-Schwefel-
lium. Sch. 17.

3) Zu der Verbindung AB tritt die Verbindung
D und es bilden sich zwei neue Verbindungen AC und
D. Dieser sehr häufige und wichtige Fall heifst die *Zer-* Sch. 18.

Digitized by Google

setzung durch doppelte Affinität, doppelte Wahlverw-
schaft (*Atractio electiva duplex*). Beispiele: 1 Atom
fach-Chlorphosphor zerfällt mit 5 Atomen Wasser in
Sch. 19. säure und Phosphorsäure. Hydrothionsäure zersetzt si
Bleioxyd (und vielen andern Metalloxyden) in Schwefel
Sch. 20. und Wasser. Die übrigen Wasserstoffsäuren zeigen d
Verhalten; z. B. Salzsäure und Silberoxyd wird zu Chlo
Sch. 21. und Wasser. Ein Gemenge von 1 Atom grauem Sch
antimon und 3 Atomen Quecksilbersublimat (Chlorqueck
liefert beim Erhitzen zuerst ein Destillat von Dreifach-C
antimon, dann ein Sublimat von Zinnober (Schwefelq
Sch. 22. silber).

Vorzüglich häufig kommt die Zersetzung durch dop
Affinität bei Salzen vor. Zwei Salze, welche sowohl
schiedene Basen als Säuren enthalten, tauschen oft ihr
standtheile aus, so dafs sich die Säure des ersten Salz
der Basis des zweiten und die Basis des ersten Sal
der Säure des zweiten vereinigt. Diese Zersetzung w
tener beim Zusammenschmelzen der Salze wahrge
weil, wenn hier auch ein solcher Austausch erfolge
doch die beiden neugebildeten Salze häufig zu einer g
schaftlichen Masse zusammenschmelzen, dagegen vor
beim Zusammenbringen der in Wasser oder einer ande
eigneten Flüssigkeit gelösten Salze. Sind dann die neu
deten Salze ebenfalls löslich, so erkennt man die Zers
aus der Beschaffenheit der Krystalle, die man beim Verd
oder Erkälten erhält; häufig jedoch ist das eine der e
zeugten Salze wenig oder gar nicht in dem angewandten M
struum löslich, fällt daher nieder und giebt hierdurch di
folgte Zersetzung zu erkennen. Mischt man wässerige L
gen von kohlensaurem Kali und schwefelsauren Natron, d
ab und erkältet, so erhält man zuerst Krystalle von sch
Sch. 23. felsaurem Kali, dann von kohlensaurem Natron. Salzs
Baryt und schwefelsaures Kali, in wässeriger Lösung gemi
geben schwefelsauren Baryt, der augenblicklich als unlösl
weifses Pulver niederfällt, und salzsaures Kali, welches g
Sch. 24. bleibt. Ebenso zersetzen sich wässerige Lösungen von k
lensaurem Natron und salpetersaurem Kalk in niederfallend
kohlensauren Kalk und gelöst bleibendes salpetersaures Natr
u. s. w.

Mit dieser Zersetzung der Salze durch doppelte Affinität t das *Neutralitätsgesetz* von RICHTER zusammen, welhier kurz betrachtet werden soll. RICHTER überzeugte dafs, wenn sich zwei Salze wechselseitig zersetzen, weleide für Pflanzenfarben neutral sind, die beiden neu henden Salze es ebenfalls sind. Er folgerte hieraus mit dafs, wenn die Säure des ersten Salzes, durch Aufnahmer bestimmten Menge Basis aus dem zweiten, aus dieine bestimmte Menge Säure disponibel mache, diese gehinreiche, um mit der disponibeln Basis des ersten Salebenfalls eine neutrale Verbindung einzugehn. Dieses ügen Grundsatzes bediente er sich bei seinen stöchiomeen Berechnungen. Er erklärt sich nunmehr einfach aus ben entwickelten atomistischen Lehre. Gewöhnlich findet ler Zustand in den Salzen statt, wenn sie auf 1 Atom 1 Atom Basis enthalten. Sind nun zwei Salze auf Art zusammengesetzt und zersetzen sich, so verbindet gerade 1 Atom Säure des ersten Salzes mit 1 Atom Bas zweiten, und so kommt auch gerade 1 Atom Säure weiten Salzes auf 1 Atom Basis des ersten; somit entwieder zwei neutrale Verbindungen. In Fällen jedoch, s neugebildete unlösliche Salz nach einem andern atoischen Verhältnisse zusammengesetzt ist, als das frühere Salz, n Ausnahmen vom Neutralitätsgesetz ein. Das sogenannte ale phosphorsaure Natron enthält z. B. auf 1 Atom gehnliche Phosphorsäure 2 Atome Natron; wird es mit salrem Siberoxyd versetzt, so entsteht ein Niederschlag, lcher auf 1 Atom Phosphorsäure 3 Atome Silberoxyd ent; diese waren mit 3 Atomen Salpetersäure verbunden, und Säure tritt nun an die 2 Atome Natron; da aber 2 Atome on nur zwei Atome Salpetersäure zur Neutralisation nöthig n, so ist die Flüssigkeit sauer. Sch. 25.

Zu Zersetzungen durch doppelte Affinität, bei welchen h ein fünfter Stoff E im Spiel ist, gehören folgende Fälle. e Verbindung A B ist mit E verbunden, und dieses verbint sich dann mit der neuen Verbindung A C. Schwefelsaus Quecksilberoxyd zersetzt sich beim Erhitzen mit Kochsalz (Chlornatrium) in schwefelsaures Natriumoxyd und in Chlorquecksilber. Hier ist Schwefelsäure E, Quecksilberoxyd A B Sch. 26. und Chlornatrium C D. Ebenso zersetzt sich schwefelsaures

Digitized by Google

Baryumoxyd beim Schmelzen mit Chlorcalcium in schw
Sch. 27. saures Calciumoxyd und in Chlorbaryum. Ebenso Vi
(Schwefelsäure + Wasser) mit Chlornatrium in schwefel
Sch. 28. Natriumoxyd und in salzsaures Gas. Bei der Zersetzung
Kochsalzes durch Glühen mit Kieselerde unter Hinzu
von Wasserdampf kommt der Unterschied vor, dafs E (
Kieselerde) nicht mit AB (dem Wasser) verbunden ist, s
dern für sich wirkt und sich dann mit AC (dem Na
Sch. 29. vereinigt.

Es bleibt in einigen Fällen bei der Zersetzung durch d
pelte Affinität ein Theil der Verbindung AB und ein Th
der Verbindung CD unzersetzt und ersterer verbindet
mit der neuen Verbinduug BD, letzterer mit der neuen V
bindung AC. Ueberschüssiges kohlensaures Kali (da die K
lensäure entweicht, so kann sie übersehn werden), mit D
fachschwefelantimon geschmolzen, liefert eine Verbindung
2 Atomen Antimonoxyd mit 1 Kali und von 6 Atomen E
Sch. 30. fachschwefelkalium mit 3 Atomen Dreifachschwefelanti

4) Beim Zusammentreffen von AB und CD bildet
nur die Verbindung AC, während sich sowohl B als D unve
Sch. 31. den ausscheiden. Kohlensaures Kali, in wässerigem Zustand
salzsaurer Alaunerde, salzsaurem Eisenoxyd oder salzsaurem A
monoxyd zusammengebracht, bildet salzsaures Kali unter Ent
kelung der Kohlensäure und Fällung der Alaunerde oder des Ei
oder Antimonoxyds, weil diese Basen keiner Verbindung
Sch. 32. Kohlensäure fähig sind. Salpetersäure zerfällt mit Salz
Sch. 33. in Wasser, Untersalpetersäure und Chlor. Es können hi
zuvor die Verbindungen AB und CD mit einander ver
seyn und erst in der Hitze auf genannte Weise zerfa
Schwefelsaures Ammoniak, durch eine glühende Röhre g
Sch. 34. tet, liefert Wasser, Stickgas und Schwefel. Es kann fe
der Stoff B der Verbindung AB und der Stoff D der V
bindung CD dieselbe Materie seyn. Schweflige Säure zers
sich mit Hydrothionsäure in Wasser und Schwefel, der
Sch. 35. wohl in der ersten als in der letzten Verbindung enthalten
Sch. 36. Ebenso zerfällt Hydriodsäure mit Iodsäure in Wasser und I
Das in Wasser gelöste salpetrigsaure Ammoniak zerfällt b
Sch. 37. gelindem Erwärmen in Wasser und Stickgas.

Hierher gehörige Fälle, bei welchen noch eine fünft
Materie E mitwirkt, welche identisch ist mit AB, aber un

setzt bleibt und als eine besondere Materie zu betrachten
, die sich bald mit AC, bald mit D vereinigt, sind fol-
de. Salzsäure liefert mit Manganhyperoxyd Wasser, Chlor
Manganoxydul, welches letztere sich mit dem unzersetzt
iebenen Theile der Salzsäure vereinigt. Wasserfreie Sch. 38.
felsäure liefert mit erwärmtem Chlornatrium Natron,
es sich mit dem unzersetzt gebliebenen Theile der Schwe-
re verbindet, schwefligsaures Gas und Chlorgas. Sch. 39.

5) Auf die Verbindung AB wirken die beiden Stoffe C
D getrennt ein und bilden die Verbindungen AC und
. Hierher kann man die Zersetzung des Wassers und an- Sch. 40.
r Verbindungen durch den elektrischen Strom rechnen,
C und D die beiden Elektricitäten sind, die von verschie-
Seite in die Verbindung einströmen; die positive Elek-
t vereinigt sich mit dem Sauerstoff, die negative mit dem
rstoff des Wassers. Zu den hierher gehörigen Fällen,
elchen blofs wägbare Stoffe im Spiel sind, gehört die
tzung der mit Kohle gemengten und bis zum Glühen
en Kieselerde (so wie vieler andern Metalloxyde) durch
s in Chlorsilicium und Kohlenoxydgas. Sch. 41.

6) Es sind zwei Verbindungen AB und CD, jede für
gegeben, ein Stoff E nimmt A auf und trägt B auf D
, so dafs C in Freiheit gesetzt wird. Chlorsilber, mit Sch. 42.
e geglüht, zerfällt, wenn Wasserdampf darüber geleitet
, in Kohlenoxyd, Salzsäure und Silber. Derselbe Fall, Sch. 43.
zugleich ein anderer Theil von E sich mit BD ver-
, ist folgender: Chlornatrium zerfällt mit Manganhyper-
und Schwefelsäure in schwefelsaures Manganoxydul, in
felsaures Natron und in Chlorgas. Sch. 44.

7) Einer Verbindung von AB mit AD entzieht E alles A
scheidet B und D, jedes für sich, ab. Das Eisen liefert Sch. 45.
der Weifsglühhitze mit Kalyhydrat oxydirtes Eisen, Kalium
Wasserstoffgas. Die Kohle zersetzt in der Glühhitze das
phorsaure Bleioxyd in Kohlenoxyd, Phosphor und Blei. Sch. 47.
können hierbei auch die abgeschiedenen Stoffe B und D
Verbindung treten. Wasserstoffgas, über glühendes schwe- Sch. 48.
ures Kali geleitet, erzeugt Wasser und Schwefelkalium. Sch. 49.
n liefert mit wässeriger Salpetersäure Zinnoxyd und Am-
iak, welches sich aber noch mit einem unzersetzt geblie-
en Theile der Salpetersäure vereinigt. Sch. 50.

Digitized by Google

8) Eine Verbindung ABC zersetzt sich mit einer Ve
Sch.dung DEF in die drei Verbindungen AD, BE und
51.Dieser Fall ist *Attractio electiva multiplex* genannt w
Man kann hierher die Zersetzung mehrerer schweren M
salze durch wasserstoffsaure Alkalien rechnen. So gieb
drothionsaures Ammoniak mit salpetersaurem Bleioxyd Sc
Sch.felblei, Wasser und salpetersaures Ammoniak.
52. Die Ursache aller dieser Zersetzungen bestehende
bindungen durch hinzutretende Stoffe, welche neue Ve
dungen erzeugen, ist, wie schon bemerkt, im Allge
darin zu suchen, dafs die Kräfte, welche auf die Bi
neuer Verbindungen hinwirken, stärker sind, als dieje
welche die alten Verbindungen zu erhalten streben. Bei
tem am meisten kommt hierbei die Affinität in Betracht
doch auch die Cohäsion übt hierbei einen Einflufs;
möchte auf folgende Weise zu verstehn seyn. Je coh
ein Bestandtheil der alten Verbindung, desto gröfseres
ben hat er, diese zu verlassen, um sich für sich zu g
Massen mittelst der Cohäsion zu vereinigen, um so eh
daher schon eine schwächere Affinität die alte Verbi
aufheben. Auf dieselbe Weise wirkt eine gröfsere Coh
der neuen Verbindungen; zu ihrer Bildung wirkt dann
blofs die Affinität ihrer Bestandtheile, sondern auch da
streben der zusammengesetzten Atome, sich mittelst de
häsion zu gröfsern Massen zu verbinden. Je gröfser
die Cohäsion der abzuscheidenden Stoffe und der neu
denden Verbindungen, desto leichter wird die Zersetzu
folgen; je gröfser dagegen die Cohäsion des zersetzende
pers und der alten Verbindungen, ein desto gröfseres U
gewicht der Affinitäten ist nöthig, um die Zersetzung zu
anlassen.

Besonders spricht für den Einflufs der Cohäsion der V
bindungen auf den Erfolg des Affinitätsconflicts ein
Hahnemann entdecktes und von Berthollet weiter au
führtes Gesetz, die Zersetzungen der in Wasser gelösten S
durch doppelte Affinität betreffend. Die Auflöslichkeit
Salzes in Wasser hängt theils von der Affinität desselben
Wasser ab, theils von seiner Cohäsion; von zwei Salzen,
eine gleiche Affinität zum Wasser haben, wird sich darj
in der geringsten Menge lösen, welches am cohärentesten

nach läfst sich aus der Löslichkeit eines Salzes einiger-
en auf seine Cohäsion schliefsen und annehmen, ein Salz
um so cohärenter, je weniger löslich es ist. Genau ist
s allerdings nicht, da ohne Zweifel die Affinität der Salze
Wasser verschieden grofs ist. HAHNEMANN zeigte (in
Vorrede zum zweiten Bande des von ihm übersetzten
nnten im Grofsen von DEMARCHY 1784), dafs eine con-
rte Kochsalzlösung mit schwefelsaurem Kali und selbst
schwefelsaurem Kalk unter dem Gefrierpuncte Krystalle
schwefelsaurem Natron absetzt, und da bei gewöhnlicher
peratur umgekehrt aus schwefelsaurem Natron und salz-
m Kali oder Kalk salzsaures Natron und schwefelsaures
oder Kalk entsteht, erklärte er die Erscheinung aus der
die Frostkälte vorzugsweise verringerten Löslichkeit des
efelsauren Natrons und folgerte, die wechselseitige Zer-
ng der Salze beruhe auf den Verhältnissen ihrer verschie-
n Auflöslichkeit.

Diesem gemäfs lautet BERTHOLLET's Gesetz folgender-
n: zwei in Wasser gelöste Salze zersetzen sich in dem
mit einander durch doppelte Affinität, wenn wenigstens
der neuen Salze, die hierbei entstehn können, bei der
benen Temperatur weniger löslich (also cohärenter) ist, als
der beiden ältern Salze. Dieses Gesetz gilt ohne alle Ausnah-
; niemals zersetzt sich ein unlösliches Salz mit einem löslichen
löslichen Salze; dagegen bilden zwei lösliche Salze häufig
nieder lösliches und ein unlösliches. Dieses ist der Grund,
bei den Zersetzungen der Salze durch doppelte Affinität so
g Fällungen erfolgen. Das kohlensaure Kali und der salz-
Kalk sind zerfliefsliche, sehr reichlich in Wasser lösli-
Salze; das salzsaure Kali ist weniger löslich, der koh-
ure Kalk unlöslich. Daher zersetzt sich das kohlensaure
mit dem salzsauren Kalk zu salzsaurem Kali und koh-
urem Kalk, und wenn die Lösungen der erstern Salze
chst concentrirt sind, so entsteht durch die Ausschei-
g des feinflockigen kohlensauren Kalks und eines Theils
Chlorkaliums eine solche Verdickung, dafs das Gemenge
rtig erscheint, das sogenannte *chemische Wunderwerk.* Sch.
schwefelsaure Kali und der salpetersaure Baryt sind zwar 53.
iger löslich, als das salpetersaure Kali, weil aber der
efelsaure Baryt unlöslich ist, so bildet schwefelsaures Kali

mit salpetersaurem Baryt salpetersaures Kali und schwe
Sch. 54. ren Baryt. Wir haben bei diesen Zersetzungen der durch doppelte Affinität vielleicht anzunehmen, dafs di Affinitäten so ziemlich das Gleichgewicht halten, dafs die Affinität der Schwefelsäure zum Kali + der Affini Salpetersäure zum Baryt ungefähr gleich ist der der Salpete zum Kali + der der Schwefelsäure zum Baryt, und des halb die gröfsere Cohäsion des schwefelsauren Baryts den schlag geben kann. Eine andere Erklärung, bei welche Schwerlöslichkeit nicht Ursache, sondern Wirkung dieser setzung wäre, besteht in Folgendem. Je inniger die Ve dung zwischen einer Säure und Basis, je mehr das Ve nigungsbestreben der beiden Körper durch die Verein befriedigt ist, desto geringere Affinität zeigt die neue Ve dung unter übrigens gleichen Umständen gegen andere S namentlich gegen das Wasser, desto weniger ist sie l wobei jedoch zu beachten, dafs die Löslichkeit, je na Natur der Säure und Basis, in sehr verschiedenem Gra nimmt. Bei der Zersetzung durch doppelte Affinität e daher immer diejenigen Verbindungen, für welche di sten Affinitäten wirken, und eben deshalb sind diese Ve dungen vergleichungsweise die am wenigsten löslichen.

Bei weitem den gröfsten Einflufs bei den Zersetz hat jedoch, wie bemerkt, die Affinität, und wenn m den eben dargelegten Fällen absieht, in welchen bei u gleichen Affinitäten die Cohäsion den Ausschlag zu scheint, so läfst sich der Satz aufstellen, dafs jedesm setzung erfolgt, wenn die *trennenden Affinitäten* (*A tes divellentes*), d. h. die auf Bildung neuer Verbind hinwirkenden, zusammen mehr betragen, als die *ruh Affinitäten* (*Affinitates quiescentes*), d. h. diejenigen, welche die alten Verbindungen zusammengehalten werde entscheidet hierbei nicht eine einzelne gröfsere Affinität, dern die Summe aller Affinitäten, welche zu gleicher befriedigt werden können; es kann daher eine gröfsere nität durch mehrere kleinere, die zugleich realisirt w können, überwunden werden. Man vermag z. B. nicht, Kieselerde durch heftiges Glühen mit Kohle den Sauerst entziehn und das Silicium abzuscheiden, und folgert hi dafs die Affinität des Sauerstoffs zum Silicium gröfser ist

Digitized by Google

Kohlenstoff. Ebenso wenig erhält man durch Glühen der
elerde in Chlorgas, unter Ausscheidung des Sauerstoffs,
silicium, und man folgert hieraus, dafs dieses Silicium eine
re Affinität zum Sauerstoff besitze, als zum Chlor. Leitet
ber über ein glühendes Gemenge von Kieselerde und
Chlorgas, wirkt also die Affinität des Kohlenstoffs zum Sch.
ff und die des Chlors zum Silicium der Kieselerde 41.
tig ein, so entsteht Kohlenoxyd und Chlorsilicium,
s wird also durch die beiden schwächeren Affinitäten
Kohlenstoffs zum Sauerstoff und des Chlors zum Silicium
rkere Affinität des Siliciums zum Sauerstoff aufge-
.

Hieraus erklärt sich auch der Fall, welcher die Zer-
g durch *prädisponirende Affinität* (*Affinitas praedispo-*
) genannt wird. Es kann die Affinität zwischen A und
er seyn, als die zwischen A und C, und dennoch wird
Verbindung A B durch C in dem Falle zersetzt, dafs noch
Materie D vorhanden ist, welche eine gröfsere Affinität
die zu bildende Verbindung A C besitzt und dadurch
Bildung prädisponirt. Die Verbindung A B sey z. B.
säure, C sey Phosphor, D Natron. Der Phosphor ist
einer Temperatur im Stande, der Kohlensäure allen Sauer-
zu entziehn und den Kohlenstoff auszuscheiden, im Ge-
theile zersetzt sich Phosphorsäure beim Glühen mit Kohle
Kohlenoxyd und Phosphor. Durch die Gegenwart von
, welches zwar auch Affinität gegen Kohlensäure hat,
viel gröfsere gegen Phosphorsäure, ändern sich die Um-
. Leitet man über in einer Röhre glühendes, kohlen-
s Natron Phosphordampf, so entsteht unter Feuerent-
lung ein schwarzes Gemenge von phosphorsaurem Na-
und Kohle. Nimmt man beispielsweise an, die Affinität
Kohlenstoffs zum Sauerstoff betrage 10, die des Phos-
zum Sauerstoff 9, die der Kohlensäure zum Natron 1
die der Phosphorsäure zum Natron 3, so beträgt die Sum-
der ruhenden Affinitäten 10 + 1 = 11, die der trennenden
3 = 12, und es mufs daher die Zersetzung vor sich
. Es ist hier die prädisponirende Affinität des Natrons Sch.
Phosphorsäure, welche die Bildung derselben veranlafst. 55.
hat zwar diese Lehre von der prädisponirenden Affinität
angemessen erklärt, sofern die Affinität des Stoffes D

Digitized by Google

(des Natrons) zu einer Verbindung AC (der Phosphor... da sie noch gar nicht existire, auch nicht in Rechnung k... men könne. Allein bei der innigen Berührung der Stoffe... sen alle in ihnen und ihren möglichen Verbindungen... nenden Kräfte zugleich thätig seyn. Es wäre auch un... lich, von dieser Zersetzung der Kohlensäure durch Pho... und von einigen andern eine genügende Erklärung zu g... wenn man diese prädisponirende Affinität nicht dabei be... sichtigen wollte. Bei der Gesetzmäfsigkeit, die in der... herrscht, läfst sich mit Sicherheit behaupten, und die E... rung bestätigt es, dafs *unter gleichen Umständen* immer... selben Zersetzungen eintreten und dafs nicht z. B. das... Mal AB durch C in AC und B zersetzt wird, das a... Mal aber AC durch B in AB und C. Bei veränderten Um... den jedoch treten häufig solche entgegengesetzte Erfolge... Affinitätenconflicts ein, die sogenannten *wechselseitigen*... *verwandtschaften* (*Affinitates reciprocae*). Besonder... flufs hat hierauf die relative Menge der auf einander w... den Stoffe, die Gegenwart anderer Stoffe und die ver... dene Temperatur.

Was die *relative Menge* betrifft, so kann ein Uebe... eines der auf einander wirkenden Stoffe theils durch Adh... theils durch Affinität einen entgegengesetzten Erfolg he... führen. Auf reciproke Affinität durch Einflufs der Adh... ist folgender Fall zu beziehen. Leitet man über mit S... stoff zu Oxyd oder Oxyd-Oxydul verbundenes Eisen, ... ches in einer Röhre bis zum Glühen erhitzt ist, Wa... gas, so wird es zu metallischem Eisen reducirt und e... weicht ein Gemenge von Wasserdampf und unverbun... Wasserstoffgas aus dem andern Ende der Röhre. Leite... dann über dieses metallische Eisen Wasserdampf, so wi... wieder in Eisenoxydoxydul verwandelt, und es entweich... Gemenge von Wasserstoffgas und unzersetztem Wasser... Gay-Lussac hat gezeigt, dafs keineswegs eine versch... hohe Temperatur diesen entgegengesetzten Erfolg beding... man es früher zum Theil annahm, sondern dafs bei ... Grade der Glühhitze bald dieser, bald jener Erfolg ein... kann. Derselbe hängt blofs von der relativen Menge ab... ist aus der Adhäsion zwischen Wasserstoffgas und Wa... dampf zu erklären. Wahrscheinlich ist die Affinität des E...

Digitized by Google

r des Wasserstoffs zum Sauerstoff gleich grofs, so dafs
ergleichungsweise schwache Kraft der Adhäsion den
ag geben kann. Waltet, wie im ersten Falle, das Was-
;as vor, so veranlafst die Adhäsion desselben zum
dampf die Bildung von Wasser und damit die Re-
des Eisens; waltet aber, wie im letzten Falle, der Was-
f vor, so veranlafst seine Adhäsion zum Wasserstoff-
dafs das Eisen einen Theil des Wassers zersetzt, sich
und Wasserstoffgas in Freiheit setzt. In beiden Fäl-
steht daher ein Gemenge von Wasserstoffgas und Was-
f. Hiermit hängt die Erfahrung zusammen, dafs koh-
r Kalk, in einem lose verschlossenen Gefäfse schwach
, kein kohlensaures Gas entwickelt, aufser wenn ein
ron Luft, Wasserdampf oder einer andern elastischen
eit hinzugeleitet wird. Hier ist es wieder die Adhä-
eser schon bestehenden Gase zum kohlensauren Gase,
ine Entwickelung begünstigt und bewirkt, dafs die
t der Wärme zur Kohlensäure das Uebergewicht über
Kalks zur Kohlensäure erhält; nur sind es hier fremd-
toffe, deren Adhäsion den Ausschlag giebt.

den Fällen, wo die im Ueberschufs vorhandene Ma-
rch ihre Affinität den Erfolg abändert, gehören fol-
Fügt man zu der wässerigen Lösung von einfach-schwe-
n Ammoniak, Kali oder Natron Salpetersäure im Ver-
von 2 Atomen schwefelsaures Salz auf 1 Atom Sal-
re, so verschwindet der Geruch dieser Säure und bei
gem Verdunsten krystallisirt salpetersaures Ammoniak,
er Natron, während die Mutterlauge doppelt-schwefel-
Alkali enthält. Fügt man umgekehrt zu einem der ge-
, in Wasser gelösten, salpetersauren Salze Schwefel-
n Verhältnifs von 2 Atomen Schwefelsäure auf 1 Atom
d läfst das Gemisch verdunsten, so entweicht sämmt-
lpetersäure und es bleibt doppelt-schwefelsaures Al-
lalb so viel Schwefelsäure (1 Atom) würde blofs die
des Alkali's entziehn und also nur die Hälfte der Sal-
re austreiben, wofern nicht sehr hohe Temperatur ein-
Wenn also die Salpetersäure auf eine Verbindung von
lsäure mit Alkali wirkt, die keinen Ueberschufs von
elsäure hält, so entzieht sie derselben Alkali und bil-
etersaures Salz; umgekehrt wird dieses zersetzt, wenn

Digitized by Google

die Schwefelsäure im Ueberschufs darauf wirkt. Dieses ist folgendermafsen zu erklären. Die genannten Alkalien sind in zwei Verhältnissen mit Schwefelsäure verbindbar, sie bilden mit 1 Atom Schwefelsäure ein einfach-, mit 2 Atomen ein doppelt-schwefelsaures Salz. Mit der Salpetersäure verbinden sich diese Alkalien blofs nach gleicher Atomzahl. Es sei die Affinität des Alkali's zur Salpetersäure = 5, die des Alkali's zu 1 Atom Schwefelsäure = 6 und die des dadurch erhaltenen einfach-schwefelsauren Alkali's zu 1 Atom Schwefelsäure weiter = 2, so ist einzusehn, wie im ersten Falle 1 Atom Salpetersäure 2 Atomen einfach-schwefelsauren Alkali's 1 Atom Alkali entzieht, wie ferner das hiermit frei gewordene 1 Atom Schwefelsäure an das unzersetzt gebliebene einfach-schwefelsaure Kali tritt und es in doppelt-schwefelsaures verwandelt. Es bliebe das 1 Atom schwefelsaures Kali unzersetzt, so würde damit eine Affinität = 6 befriedigt. Tritt aber das Alkali an die Salpetersäure und die Schwefelsäure an das unzersetzt bleibende Atom schwefelsaures Kali, so werden die Affinitäten = 5 und = 2, zusammen = 7, befriedigt. Das gebildete doppelt-schwefelsaure Kali ist, wenn man auch noch so viel Salpetersäure darauf einwirken lassen will, nicht weiter zersetzbar, weil es durch die Affinitäten 6 + 2 = 8 zusammengehalten wird und die Salpetersäure nur mit einer Affinität = 5 einwirkt. Wirken daher 2 Atome Schwefelsäure
Sch. 56. auf 1 Atom salpetersaures Alkali, so wird die Affinität der Salpetersäure zum Alkali = 5 durch die der 2 Atome Schwefelsäure zum Alkali = 6 + 2 überwunden und unter Bildung von doppelt-schwefelsaurem Alkali wird alle Salpetersäure ausgetrieben. Auf dieselbe Weise verhalten sich die einfach-
Sch. 57. schwefelsauren Alkalien gegen die Salzsäure und die salzsauren Alkalien gegen die Schwefelsäure.

Zu den Fällen, in welchen die Gegenwart anderer Materien, die vermöge *prädisponirender Affinität* wirken, einen entgegengesetzten Erfolg hervorbringt, möchten folgende zu rechnen seyn. Fügt man wasserhaltige Essigsäure zu kohlensaurem Kali, so bildet sich unter Entwickelung der Kohlensäure eine Auflösung von essigsaurem Kali. Dampft man jedoch dieselbe zur Trockne ab, löst das zurückbleibende essigsaure Kali in Weingeist und leitet durch diese Lösung kohlensaures Gas, so wird, wie PELOUZE zeigte, fast

als kohlensaures niedergeschlagen und die Flüssigkeit Essigsäure in Verbindung mit Weingeist. Es scheint so-dem Weingeiste eine bedeutende Affinität zur Essigsäure schrieben werden zu müssen; diese, in Verbindung mit Affinität der Kohlensäure zum Kali, überwindet die der säure zum Kali. Allerdings wird diese Thatsache ge-lich auf andere Weise, nämlich im Sinne der Berthol-schen Lehre, erklärt, indem man sagt, daſs sich immer gsweise die unlöslichern, also cohärentern Verbindun-erzeugen, also hier vorzugsweise das in Weingeist un-che kohlensaure Kali.

Diese Lehre wird da benutzt, wo sie gerade paſst, und llen, die ihr widersprechen, mit Stillschweigen über-n. So kann man hier fragen: Warum schlägt die Koh-re nicht auch aus in Wasser gelöstem essigsaurem Kalk sauren Kalk nieder, da doch der kohlensaure Kalk un-her im Wasser ist, als das kohlensaure Kali im Wein-? Dieser Fall zeigt zugleich, daſs schwere Löslichkeit große Cohäsion zweierlei ist, sonst wäre das kohlensaure zu gleicher Zeit ein sehr cohärentes Salz (in Bezug zum geist) und ein sehr wenig cohärentes (in Bezug zum sser).

Eine Auflösung von Chlornatrium und schwefelsaurer Bit-de in Wasser läſst, bei gelinder Wärme verdunstet, Kry-le dieser beiden unveränderten Salze zurück. Wird aber r Rückstand gepulvert mit Weingeist gekocht, so nimmt er nach Grotthuss Chlormagnium auf und der Rückstand hiernach schwefelsaures Natron enthalten. Der Wein- Sch. löst das Chlornatrium und die schwefelsaure Bittererde 58. sparsam auf, das Chlormagnium reichlich, und seine prä-rende Affinität zu diesem scheint seine Bildung zu be-n. Doch könnte hierbei auch die höhere Temperatur Kochen mit Weingeist und die dadurch relativ vermehrte sion des schwefelsauren Natrons in Betracht kommen). Es erklärt sich übrigens aus dieser Thatsache, warum bei Analysen von Mineralwassern, wo man den abge-pften Rückstand mit Weingeist auskochte, Chlormagnium schwefelsaures Natron gefunden wurden, die ohne Zweifel Chlornatrium und schwefelsaure Bittererde in dem Wasser anden waren.

man mag ihn noch so lange in der Säure lassen, aber w der Pfropf geöffnet wird, löst er sich in einigen Minuten der auf. Dasselbe geschieht, wenn Zink in einem und verschlossenen Gefäfse in einer sehr verdünnten S felsäure gelöst wird." Wäre die erstere dieser Angaben, Autor nicht genannt ist, richtig, so würde sie beweisen, die Affinität der Kohlensäure zum Kalk gröfser ist, als der Schwefel-, Salpeter- oder Salzsäure, dafs daher verstärktem Drucke die Kohlensäure den schwefel-, salp oder salzsauren Kalk zersetzen und kohlensauren erze würde; dafs dagegen bei gewöhnlichem Drucke die g Affinität der Wärme zur Kohlensäure mit ins Spiel k und durch Bildung von kohlensaurem Gas die Zersetzung kohlensauren Kalks durch die genannten Säuren möglich Allein so lange nicht die Natur und Stärke der Säure stimmt genannt ist, mufs ich nach folgendem Versuche an Richtigkeit dieser Thatsache zweifeln. Ich füllte eine lange, sehr dicke und enge Glasröhre zu $\frac{2}{3}$ mit mäfsig Salzsäure, schob dicht darüber ein Convolut von Pl und füllte dann den übrigen Raum mit Kalkspathstücke, dafs nur noch Platz zum Zuschmelzen der Röhre blieb, ein Stück Flintenlauf eingeschlossen wurde die Röhre 20° bis 30° C. in horizontaler Stellung gelassen, jedoch einige Male aufrecht gestellt, um die Berührungspuncte zw Säure und Kalkspath zu erneuern. Nach 14 Tagen war nicht aller Kalkspath gelöst, aber über der Säure zeigte eine zwei Linien starke Schicht tropfbar-flüssiger Kohle durch aufserordentliche Beweglichkeit ausgezeichnet. Als auf die Spitze der Röhre abgeschnitten wurde, zersprang obere Theil derselben mit heftigem Knalle in kleine S und die übrige Flüssigkeit zeigte sich neutral gegen Lack Dieser Versuch beweist, dafs wenigstens Salzsäure von lerer Stärke den kohlensauren Kalk auch bei einem Dr zersetzt, bei welchem die Kohlensäure tropfbar-flüssig w und hiernach ist anzunehmen, dafs die Affinität der Salz zum Kalk gröfser ist, als die der Kohlensäure. Die zw der von Berzelius angeführten Thatsachen würde bewei dafs die Affinität des Zinks zum Sauerstoff + der Affinität Schwefelsäure zum Zinkoxyd geringer ist, als die des W serstoffs zum Sauerstoff, dafs daher die Zersetzung unter st

Drucke nicht erfolgt, wohl aber unter schwächerem, wo die Affinität der Wärme zum Wasserstoff hinzutritt. Sch. 5.
auch hier entsprechen meine Versuche nicht der An-
Als ich auf eben beschriebene Weise ein Gemisch von
il Vitriolöl und 8 Theilen Wasser mit einem Stücke
in eine Röhre einschmolz und dieselbe mehrere Wochen
izontaler Lage liefs, unter öfterem Aufrechtstellen, und
die Spitze abschnitt, entwich das Gas mit mäfsigem
, ohne die Röhre zu zersprengen, und die Säure zeigte
ist ganz mit Zink gesättigt, so dafs sie beim Umstülpen
öhre durch das sich kaum merklich vom Zink entwickeln-
asserstoffgas nach einigen Tagen nicht einmal ganz aus
öhre getrieben wurde. Bei etwas längerem Zusammen-
und öfterem Bewegen der verschlossenen Röhre würde
die Säure ohne Zweifel gänzlich gesättigt haben. Als
f dieselbe Weise mit Zink und mäfsig concentrirter Salz-
verfuhr, wurde die sehr starke Röhre nach 4 Stunden
eftigem Knall zersprengt, weil die Menge des durch
Säure entwickelten Wasserstoffgases viel mehr betrug,
i der sehr verdünnten Schwefelsäure.

) In andern Fällen scheint die verschiedene Temperatur
ch einen verschiedenen Erfolg zu bewirken, dafs die
ion der Stoffe in der Kälte und Wärme in einem un-
ten Grade zu- und abnimmt, und hier findet vorzüglich
erthollet'sche Gesetz über die Zersetzung der Salze durch
che Affinität seine Anwendung.

Eine Auflösung von Kochsalz und Bittersalz, bei ge-
licher Temperatur oder mäfsiger Wärme verdunstend,
wie oben bemerkt, beide Salze unverändert anschiefsen;
dagegen diese Auflösung einer Kälte von 0° und darun-
ngesetzt, so krystallisirt, wie schon Scheele fand, Kry-
asser haltendes schwefelsaures Natron heraus und die
sung hält Chlormagnium (oder salzsaure Bittererde). Eben-
t H. Rose gezeigt, dafs diese Lösung, über 50° erhitzt,
rfreies schwefelsaures Natron absetzt. Diese Erscheinun-
lassen sich mit Berthollet daraus erklären, dafs die
chkeit des schwefelsauren Natrons in Wasser, also seine
sion, bei verschiedenen Temperaturen so höchst verschie-
ist. Nach Gay-Lussac braucht 1 Theil krystallisirtes
bersalz zu seiner Auflösung bei 0° C. 8,2 Theile Wasser,

Digitized by Google

saures Ammoniak unter Entwickelung von Salzsäure; um-
kehrt wird salpetersaures Ammoniak durch überschüssige Sa
säure in salzsaures Ammoniak verwandelt. Ohne Zwei
die Affinität der Salpetersäure zum Ammoniak gröfser, al
der Salzsäure, und erstere würde nicht durch letztere en
trieben werden, wenn nicht der Ueberschufs der letztern
Zersetzung in Chlor, Wasser und Untersalpetersäure ve
lafste, welche letztere als schwächer durch die Salzsäure a
getrieben wird. Es wird hier die Affinität der Salpeters
zum Ammoniak, der Untersalpetersäure zum Sauerstoff u
des Wasserstoffes zum Chlor überwunden durch die Affin
der Salzsäure zum Ammoniak und durch die Affinität
Sch. 64. Wasserstoffs der Salzsäure zum Sauerstoff der Salpeters
Ebenso scheidet Salpetersäure aus wässerigem arsenigsau
Kali vermöge gröfserer Affinität mit Leichtigkeit die arsen
Säure ab. Dagegen wird salzsaures Kali beim Glühen mit
seniger Säure unter Entwickelung von salpetriger Säure in
Sch. 65. seniksaures Kali verwandelt. Hier ist zu beachten, daſs d
Salpetersäure durch Desoxydation in die schwächere salpetrig
die arsenige Säure durch Oxydation in die stärkere Arsenik
umgewandelt wird. Die Affinität der arsenigen Säure zum Sa
stoff + der Affinität der Arseniksäure zum Kali überwin
die Affinität der salpetrigen Säure zum Sauerstoff und die
Salpetersäure zum Kali.

Auch daraus hat man auf reciproke Affinität schlief
wollen, dafs Salze, die sich mit einander durch dopp
Affinität unter Fällung eines schwerlöslichen Salzes zerset
wenn sie in wenig Wasser gelöst sind, bei gröfserer Verdü
nung keinen Niederschlag geben, wenn auch die vorhand
Wassermenge nicht hinreichend seyn würde, das schwerl
liche Salz, das hier entstehn kann, für sich gelöst zu erh
ten. Während z. B. der schwefelsaure Kalk gegen 400 Wa
ser zur Auflösung nöthig hat, so giebt der etwa in 200 Wa
ser gelöste salzsaure Kalk keinen Niederschlag mehr mit schw
felsaurem Kali. Hieraus folgern mehrere Chemiker, dafs b
gröfserer Wassermenge der salzsaure Kalk unzersetzt bleib
da, wenn schwefelsaurer Kalk gebildet wäre, ungefähr di
Hälfte desselben niederfallen müfste. Doch ist die Annahm
einfacher, dafs auch hier die Bildung des schwefelsauren Kal-
kes erfolgt, dafs dieser jedoch durch die Vermittelung des

leich gebildeten salzsauren Kali's reichlicher in Wasser gewird, als es sonst der Fall seyn würde. So fand auch on G. Morveau, daſs, wenn man Kalkwasser durch hinchgeleitetes kohlensaures Gas getrübt hat, beim Zusatz von wefel- oder salzsaurem Kali Klärung erfolgt, eine ebenwohl von der Affinität dieser Kalisalze gegen den kohmen Kalk, wodurch seine Löslichkeit in Wasser vermitwird, abzuleitende Erscheinung. Aus diesen Affinitäten Salze gegen einander und der dadurch vermittelten reichren Löslichkeit im Wasser erklärt sich überhaupt das Vornen von kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk, kohlenr Bittererde u. s. w. in Mineralwassern in gröſserer Menals dieses bei reinem Wasser der Fall seyn könnte, und ist durch diese Erscheinung keineswegs genöthigt, in die Wassern die Existenz solcher Salze anzunehmen, die mit nder *unverträglich* sind, d. h. die sich bei derselben Temtur mit einander zersetzen und eine Fällung bewirken rden, wenn die Wassermenge geringer wäre.

Mehrere andere, zu der Lehre von der reciproken Affigehörige Thatsachen, welche noch einer genaueren Prüng bedürfen, finden sich bei Berthollet[1], Dulong[2], bei en Versuchen die verschiedene Temperatur, welche entgegengesetzte Erfolge bewirken konnte, nicht genug beachtet seyn scheint, und Grotthuss[3].

2) Umstände und Erfolge der Zersetzung.

a) *Temperaturveränderung.* Da bei der Verbindung der ffe in der Regel Wärme frei wird, so muſs bei ihrer nnung an und für sich eine ebenso groſse Wärmemenge der latent werden. Dennoch wird bei den meisten Zerungen Temperaturerhöhung, selbst bis zur Feuerentwickeng, wahrgenommen, und es sind hierbei folgende Fälle zu terscheiden.

1) Das Wasserstoffhyperoxyd entwickelt bei seiner durch Erwärmung oder pulverige Körper eingeleiteten Zersetzung in

---

1 Stat. chim. T. I. p. 82. 99. 100. 401.
2 Ann. de Chim. T. LXXXII. p. 273.
3 Scherer Nord. Blätter. Th. I. S. 272.

Digitized by Google

Wasser und Sauerstoffgas, ungeachtet zur Bildung dieses G viel Wärme latent werden mufs, noch viel freie W Dieser Fall steht bis jetzt einzig da und läfst ver dafs bei der Bildung dieser sehr losen Verbindung kein Wärme frei, sondern im Gegentheil latent wird (s. III. 2.

2) Wenn sich Stoffe aus ihrer Lösung in einer tr ren Flüssigkeit in Folge der durch Erkältung erhöhten C sion in fester Gestalt ausscheiden, so tritt meistens W entwickelung ein. Dieses erklärt sich aus dem Frei der Flüssigkeitswärme bei dem Uebergange aus dem tr ren in den flüssigen Zustand und hängt genau damit zu men, dafs jene festen Körper bei der vorhergegangnen A sung Flüssigkeitswärme absorbirten, wie dieses bereits (III. 2 auseinander gesetzt worden ist.

3) Die meisten Zersetzungen erfolgen dadurch, da fsere Affinitäten kleinere überwinden. Wenn nun auch Aufhebung der durch kleinere Affinitäten bewirkten V dungen Wärme latent wird, so mufs durch die Befrie der gröfsern Affinitäten eine noch gröfsere Wärmemeng werden und die bei der Zersetzung eintretende Temper erhöhung drückt die Differenz dieser beiden Wärmem aus. Wenn z. B. A bei seiner Verbindung mit B eine W memenge = 2 und mit C eine Wärmemenge = 3 entwi so mufs bei der Zersetzung der Verbindung A B durch C Wärmemenge = 1 = 3 — 2 frei werden. So erklär die lebhafte Feuerentwickelung, welche der im Salpeter gebundene Sauerstoff bei seinem Uebertritte an Kohle und andere Stoffe, die ihn innig binden, hervorbringt. ber Entwickelung von Elektricität bei Zersetzungen s. *Galvanismus*.

b) Die Zeit, in welcher die Zersetzung erfolgt, hä gröfstentheils von den oben (III. 2. B) angeführten, auf Schnelligkeit der chemischen Vereinigung einwirkenden U ständen ab. Ist einer der Zersetzungstheile gasförmig hat er sich aus einer tropfbaren Flüssigkeit zu entwickeln, wird die Zersetzung durch die Gegenwart eckiger *Körper* b schleunigt[1].

1 S. Art. *Absorption*. Bd. I, S. 68.

c) *Qualitätsänderung.* Bei jeder Zersetzung entstehn wenigstens zwei heterogene Materien oder Zersetzungstheile, welche nach ihrer Natur und der bei der Zersetzung gegebenen Temperatur starr, tropfbar oder elastisch-flüssig seyn können, und welche, so lange sie sich noch nicht vermöge ihres specifischen Gewichtes geschieden haben, ein trübes oder undurchsichtiges Gemenge darstellen.

Entstehn bei einer Zersetzung elastische Zersetzungstheile, so können sich folgende Erscheinungen zeigen.

1) Das *Aufbrausen* oder die *Effervescenz* erfolgt, wenn bei der in einer tropfbaren Flüssigkeit vor sich gehenden Zersetzung ein elastisch-flüssiger Stoff allmälig entwickelt und in Blasen aufsteigt, z. B. Kalk oder kohlensaures Kali und wässrige Salzsäure.

2) *Verpuffung* oder *Detonation* und, wenn das Geräusch weniger lebhaft ist, *Verzischung.* Hier entwickeln sich eine oder mehrere elastisch-flüssige Zersetzungstheile aus einem starren (Knallsilber), tropfbar-flüssigen (Chlorstickstoff) oder gasförmigen (Chloroxyd) Körper fast augenblicklich, und indem sie das ihrer (häufig durch höhere Temperatur gesteigerten) Elasticität entsprechende viel gröſsere Volumen einzunehmen suchen, drücken sie mit Gewalt Luft und andere Gegenstände nach allen Richtungen zurück und veranlassen Knall und Zerschmetterung fester Gegenstände. Bei gasförmigen Verbindungen, wie Chloroxyd, ist deshalb eine Verpuffung möglich, weil die getrennten Bestandtheile, wie Chlorgas und Sauerstoffgas, ein gröſseres Volumen einnehmen, als die Verbindung besaſs. Die Lichtentwickelung, welche bei vielen dieser Verpuffungen statt findet, ist von zwei Ursachen abzuleiten. In einigen Fällen ist die Zersetzung von einer bis zur Feuerentwickelung gehenden Temperaturerhöhung begleitet, wie beim Schieſspulver, Knallpulver u. s. w., und diese höhere Temperatur trägt mit dazu bei, den entstehenden Gasen und Dämpfen eine um so gröſsere Elasticität zu ertheilen. In andern Fällen, wie bei der Zersetzung des Chloroxyds, Chlorstickstoffs und Iodstickstoffs, scheint wenigstens keine bis zum Glühen gehende Temperaturerhöhung einzutreten, und hier leitet man die Lichtentwickelung von der starken Compression der den detonirenden Körper umgebenden Luft ab, oder z. B.

Digitized by Google

bei dem in einer Glasröhre eingeschlossenen Chloroxyd von der Compression, welche der sich zuerst zers Theil auf den noch nicht zersetzten Theil desselben Da jedoch THÉNARD[1] es neuerdings wahrscheinlich g hat, dafs die Lichtentwickelung, welche Luft, Sauers und Chlorgas beim raschen Zusammenpressen in einer Glasröhre zeigen, von der Verbrennung des Fettes und rer darin enthaltenen organischen Substanzen herrührt, fragt es sich, ob nicht vielmehr die rasche Ausdehnung Gases an und für sich mit Lichtentwickelung verknüpft Auf jeden Fall ist diese Lichtentwickelung auf dieselbe W zu erklären, wie das Windbüchsenlicht und das Licht, ches sich zeigt, wenn man einen mit Blase überbundenen linder bis zum Zersprengen derselben exantlirt[2]. BRIANCH hat über die Verpuffung einiger Stoffe eine besondere A aufgestellt, nach welcher dieselben im Momente der V fung aus der Luft mit grofser Heftigkeit Sauerstoff zieh dadurch der Luft eine starke Bewegung gegen den O sie sich befinden, ertheilen sollen, so dafs zwei entg setzte Bewegungen entstehn, die der Luft gegen das K misch und die der Gase von demselben hinweg. Diese L bewegung sey der Grund, warum die Knallgemische ver lich nach unten durchschlagen. Die Unstatthaftigkeit Ansicht hat jedoch GAY-LUSSAC dargethan. Die rasche E wickelung elastischer Flüssigkeiten, die einen viel gröf Raum einnehmen, als der Körper, aus dem sie entstehn, klärt die Erscheinungen der Verpuffung vollständig.

Entstehn bei einer Zersetzung mehrere tropfbar-flü Zersetzungstheile, so bilden sie ein trübes Gemenge, bi sich ihrem specifischen Gewichte gemäfs über einander g gert haben, z. B. bei der Zersetzung einer Auflösung flüchtigem Oel in Weingeist durch Wasser.

Wenn sich bei der Zersetzung einer tropfbaren oder stischen Flüssigkeit feste Zersetzungstheile ausscheiden und specifisch schwerer zu Boden setzen, so heifsen diese: N

---

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XLIV. p. 181.

2 S. Art. *Licht*. Bd. VI. S. 268—271.

3 Essay chimique sur les réactions foudroyantes. Par. 1825. Bi univ. T. XXVIII. p. 39.

chlag, *gefällter Körper*, *Präcipitat*, und eine Zersetzung r Art wird eine *Fällung*, *Niederschlagung*, *Präcipita-* genannt, und zwar, wenn die Absonderung des festen ers blofs eine Folge der durch Temperaturänderung ver-ten Cohäsion ist, wie schon oben bemerkt, eine *freiwil- Niederschlagung* oder *Fällung* (*Praecipitatio spontanea*), sie dagegen durch Hinzutreten anderer wägbarer Stoffe r Flüssigkeit hervorgebracht wird, eine *erzwungene* oder *Niederschlagung* oder *Fällung* (*Praecipitatio coacta*). letzteren Falle heifst der die Zersetzung bewirkende Kör-das *Fällungsmittel* (*Praecipitans*). Sind die festen Zer-ungstheile leichter, als die Flüssigkeit, so werden sie bis-n als *Rahm* (*Cremor*) unterschieden, z. B. Talgsäure, r Seifenlösung durch Salzsäure abgeschieden. Das Prä- kann sowohl ein Educt als ein Product seyn. Fällt s Kalkwasser durch Weingeist den Kalk, so ist der rschlag ein Educt; fügt man zu Kalkwasser Kleesäure, t der niederfallende kleesaure Kalk ein Product.

Die Atome des festen Zersetzungstheils vereinigen sich im blicke ihrer Ausscheidung oder Bildung vermöge ihrer n jedesmal zu gröfsern Massen, die jedoch je nach Natur des festen Körpers und je nach der Zeit, innerhalb r die Zersetzung erfolgt, eine verschiedene Gröfse und n besitzen, so dafs sich aus dem äufsern Ansehn des Nie-chlags einigermafsen auf seine chemische Natur schliefsen . Es sind hierbei vorzüglich folgende Formen zu unter-iden, von welchen die zwei ersten als amorph, die übrigen rystallinisch zu betrachten sind. *Flockig;* Vereinigung zu ern, lockern, fadigen Massen; Alaunerdehydrat, Eisenoxyd-t und phosphorsaurer Kalk, die aus ihrer Auflösung in Säuren h Alkalien gefällt werden. *Käsig;* die Massen sind hier gröfser, dichter, fester, aber ebenfalls unkrystallinisch; silber, wie es aus einem aufgelösten Silbersalze durch säure gefällt wird, Kässtoff bei seiner Fällung aus der h durch Säuren. *Pulverig;* die Atome sind nur zu klei-, undeutlich krystallinischen Massen vereinigt; schwefel-rer Baryt, wie er aus einem aufgelösten Barytsalze durch wefelsäure erhalten wird; Silber, aus salpetersaurem Sil-oxyd durch Eisenvitriol gefällt. *Körnig;* Vereinigung zu pulverigen, deutlicher krystallinischen Massen; schwefel-

Digitized by Google

saures Kali, aus wässerigem kohlensaurem Kali durch Sch felsäure gefällt. *Dendritisch;* Vereinigung zu gröſsern, zu förmigen Massen, welche aus vielen einzelnen Krystalle sammengesetzt sind. Hierher gehören die Metallbäume[1].

V. Affinitätsgröſse.

Die Lehre von den Zersetzungen der chemischen V bindungen nöthigt zu der Annahme, daſs die Affinität z schen verschiedenen Stoffen verschieden groſs ist. Es mü auch diese verschiedenen Affinitätsgröſsen in einem besti ten Verhältnisse zu andern Naturkräften stehn. Wenn sehn, daſs aus einer in der Wärme gesättigten Auflösung Salpeters in Wasser ein Theil des Salpeters bei 0° her krystallisirt, sofern die in der Kälte zunehmende Cohäsi Salpeters die Affinität des Wassers zu demselben bis nem gewissen Puncte überwindet, und annehmen, daſs beendigter Krystallisation sich die Cohäsion des Salpeters der Affinität des noch eine gewisse Menge Salpeter enth den Wassers ins Gleichgewicht gesetzt hat, so ergiebt hieraus die Möglichkeit, diese Affinität des bei 0° mit S ter gesättigten Wassers zu mehr Salpeter durch das Gew auszudrücken. Es wäre nur zu untersuchen, welches hängte Gewicht bei 0° nöthig ist, um einen Salpeterkry von einer bestimmten Dicke, z. B. von einem Quadrat meter Durchschnittsfläche, zu zerreiſsen, und wenn sich daſs hierzu x Gramme Gewicht nöthig sind, so würd Affinität des bei 0° mit Salpeter gesättigten Wassers zu Salpeter durch das Gewicht von x Grammen ausgedrückt den können. Ebenso lieſse sich die Affinität des Wassers anderer Flüssigkeiten gegen viele andere feste Körper bei stimmten Temperaturen durch das Gewicht ausdrücken, die Cohäsion immer bei derselben Durchschnittsfläche einem Quadratcentimeter) bestimmt werden müſste. W es auf diese Weise gelänge, die chemische Kraft, mit wel sich die verschiedenen Stoffe anziehn, durch das Gew auszudrücken und sie dadurch mit andern Naturkräften, Schwerkraft, Adhäsion und Cohäsion, vergleichbar zu mac

1 S. Art. *Metallbaum.* Bd. VI. S. 1815.

Digitized by Google

würde man die sogenannte *absolute Affinitätsgröfse* erhal-. In gleichem Sinne schlugen LAVOISIER und LAPLACE vor, verschiedenen Graden unter 0 eine Säure mit Eis zusammenbringen, dann zu untersuchen, bei welchem Kältegrade bei welcher Verdünnung ihre auflösende Wirkung auf das aufhöre, und auf diese Weise die Affinität der Säure zum je nach ihrer verschiedenen Concentration, auf Thermogrde zurück zu bringen; ebenso läfst sich auch mit Sal- und andern Stoffen einerseits und Eis andererseits verfen.

Jedoch auf dem so eben angedeuteten Wege lassen sich nur die schwächsten und unwichtigsten Affinitäten Gewichte en, durch die sie ausgedrückt werden können; alle nur bedeutende Affinitäten überwiegen in einem solchen die Cohäsion, dafs diese nie die innigern Verbindungen ht und daher eine Vergleichung mit ihrer Kraft unmöglist.

Bei der bis jetzt vorhandenen Unmöglichkeit, für die inrn Verbindungen die absolute Affinitätsgröfse zu bestim-, begnügt man sich vor der Hand mit der Auffindung der *Affinitätsgröfse*. Hierunter versteht man das Verhältnifs der Affinitätsgröfsen gegen einander, ohne Rücksicht andere Naturkräfte. Vielleicht gelangt man einst dahin, je-Affinitätsgröfse eine bestimmte relative Zahl beizulegen; jetzt aber begnügt man sich fast blofs damit, auszumitteln, welcher Ordnung sich die Affinitäten verschiedener Stoffe einen bestimmten ihrer Stärke nach folgen, ohne ausmitteln, um wie viel die eine Affinität gröfser ist, als die dere, und selbst dieses unvollkommene Unternehmen ist höchst wierig und bis jetzt durchaus nicht genügend gelungen.

Vor allen Dingen ist hierbei die Frage aufzuwerfen, ob Affinität zwischen zwei Stoffen je nach der Temperatur schieden grofs ist. Man könnte einerseits vermuthen, dafs, wie die Wärme dadurch, dafs sie die homogenen Atome einander zu entfernen strebt, die Cohäsion schwächt, sie durch Entfernung der heterogenen Atome die Affinität ringern könnte. Es scheint jedoch, dafs, so lange ihre kung nicht so weit geht, dafs sie mit dem einen Stoffe gasförmige Verbindung bildet, wodurch sie gleich einer en wägbaren Materie die Verbindung aufhebt, sie den

Digitized by Google

chemischen Zusammenhalt nicht schwächt, wahrscheinlich, w sie bei einer Verbindung von zwei wägbaren Stoffen bl zusammengesetzten Atome von einander zu entfernen und nicht die einfachen Atome, die ein Zusammenge bilden. Auf der andern Seite könnte man aus mehrer scheinungen schliefsen, dafs erhöhte Temperatur die Af steigert; so könnte man die Fälle, wo sich zwei Stoffe in der Glühhitze vereinigen, davon ableiten, dafs hier die Affinität vergröfsert oder gar erst hervorgebracht w In diesem Falle müfste aber die entstandene Verbindun der Kälte, womit die Affinität wieder abnähme oder und andere Kräfte, wie die Cohäsion, das Uebergewicht halten, wieder in ihre Bestandtheile zerfallen, z. B. d der Glühhitze erzeugte Schwefelkohlenstoff in Kohlensto Schwefel. Dieses ist aber niemals der Fall, aufser so w sich bei loseren Verbindungen aus der durch Erkältung mehrten Cohäsion nach Obigem erklären läfst, und es g aus hervor, dafs die Affinität zwischen solchen Stoffe in der Kälte vorhanden, dafs aber zur Aeufserung de eine höhere Temperatur erforderlich ist, diese also wo eine allerdings nicht weiter erklärte Weise, die Verbind einleiten kann, nicht aber erst die Affinitäten hervor Vor der Hand ist also kein Grund zu der Annahme vo den, dafs die Affinität zwischen zwei Stoffen je nach der T peratur verschieden ist. Die Kälte kann lose Verbind aufheben durch Vermehrung der Cohäsion eines Bestan les, die Hitze kann Verbindungen aufheben, sofern die Intensität gesteigerte Affinität der Wärme zu einem Be theile, mit dem sie ein Gas bildet, ins Spiel kommt; ab Affinität der wägbaren Stoffe gegen einander bleibt w scheinlich bei jeder Temperatur dieselbe. Nur wenn ma Berthollet'sche Gesetz über die doppelte Affinität nicht au Einflufs der Cohäsion, sondern daraus erklärt, dafs imme innigern Verbindungen entstehn und diese relativ die m löslichen sind, hätte man z. B. bei der reciproken Af zwischen salzsaurem Natron und schwefelsaurer Bittererde zunehmen, dafs je nach der verschiedenen Temperatur Affinitätsgröfsen verschieden sind.

Es sind besonders folgende Methoden versucht wor die relative Affinitätsgröfse zu bestimmen.

..ative .

) Man schliefst aus dem Erfolge des Affinitätenconflictes
e verschiedene Affinitätsgröfse, indem man von dem
satze ausgeht, dafs die Kräfte, welche eine Zersetzung
en, diejenigen überwiegen, wodurch die alten Verbin-
zusammengehalten werden. Je nachdem man hierbei
ntersucht, in welchen blofs wägbare Stoffe wirken, oder
, in welchen zugleich die Wärme vermöge ihrer Affini-
tig ist, ergeben sich folgende specielle Bestimmungs-
.

rsetzungen, bei welchen blofs wägbare Stoffe in Betracht kommen.

) *Durch einfache Wahlverwandtschaft.* Wenn man
dafs die Verbindung AB durch C in AC und freies
etzt wird, desgleichen die Verbindung AC durch D in
nd C u. s. w., so folgert man hieraus, dafs A zu D
fste Affinität hat, dann zu C und die geringste zu B.
ann auf diese Weise A in Bezug auf alle die Stoffe
, mit welchen A verbindbar ist. Setzt man dann in ei-
belle A zu oberst und darunter alle mit A verbindbare
in der Ordnung, wie ihre Affinität zu A abnimmt, so
man die *Affinitätscolumne* von A. Werden dann auch
einfache und zusammengesetzte Stoffe auf dieselbe Weise
untersucht, so dafs jeder derselben eine eigene Columne
, und werden alle diese Columnen in eine gemeinschaft-
Tafel zusammengetragen, so erhält man eine *Affini-*
elle (*Tabula Affinitatum*). Den ersten, noch sehr un-
mmenen Versuch dieser Art verdanken wir Geoffroy
eltern; ihm folgten Gellert (Anfangsgründe der me-
. Chemie 1750); Rüdiger (systemat. Unterricht der
e 1756), Limbourg (Diss. sur les aff. chym. Liège
, Marherr (Diss. de Affin. corpor. Vindob. 1762);
urcy 1772; Demachy 1774; Erxleben (Anfangsgründe
hemie 1775); Weigel (Grundr. der Chemie 1777);
leb (Handb. d. allgem. Chemie 1781) und vorzüglich
man 1775. Einige Beispiele mögen diese Methode er-
n. Kohlensaurer Kalk bildet mit Salzsäure salzsauren
und freie Kohlensäure; der salzsaure Kalk wird durch
elsäure in schwefelsauren Kalk und freie Salzsäure

Digitized by Google

zersetzt; aus in Wasser gelöstem schwefelsaurem Kalk fä
Kleesäure kleesauren Kalk, während freie Schwefelsäu
Wasser bleibt. Hiernach folgen sich in der Columne des K
kes diese vier Säuren in der Ordnung: Kleesäure, Schw
säure, Salzsäure, Kohlensäure. Aus in Wasser gelöster sch
felsaurer Alaunerde fällt das Ammoniak die Erde, schw
saures Ammoniak erzeugend; letzteres Salz wird durch K
in schwefelsauren Kalk und freies Ammoniak zersetzt; der sch
felsaure Kalk zerfällt mit wässerigem Kali in schwefels
Kali und freien Kalk; endlich giebt schwefelsaures Kali,
Wasser gelöst, mit Barytwasser einen Niederschlag von sch
felsaurem Baryt, während freies Kali gelöst bleibt. Somit f
den sich in der Columne der Schwefelsäure die hier betrach
ten Basen in der Ordnung folgen: Baryt, Kali, Kalk, Am
niak, Alaunerde.

So einfach und sicher diese Methode auch scheint u
sehr sie geeignet ist, brauchbare Materialien zur Bestim
der relativen Affinitätsgröfse zu liefern, so ist sie doch
über alle Zweifel erhaben und erheischt bei ihrer Anwe
die gröfste Umsicht. Besonders verdient der Einflufs, w
chen Cohäsion, Elasticität und Gegenwart anderer Stoffe,
des Auflösungsmittels, auf die Zersetzungserfolge aus
die sorgfältigste Berücksichtigung. Dafs z. B. die Klee
aus in Wasser gelöstem schwefelsaurem Kalk kleesauren
fällt, könnte daraus erklärt werden, dafs die Cohäsion
letztern Salzes gröfser ist, als die des erstern; vielleicht
Affinität der Kleesäure zum Kalk ein wenig schwächer, a
der Schwefelsäure, aber die gröfsere Cohäsion des klees
Kalkes und vielleicht zugleich die gröfsere Affinität des W
sers zur Schwefelsäure als zur Kleesäure geben den
schlag. Eine sichere Entscheidung hierüber ist vor der
nicht möglich. Auch wurde vermuthet, die Salzsäure
aus dem kohlensauren Kalk die Kohlensäure nicht ver
gröfserer Affinität, sondern weil die Kohlensäure elasti
ist, d. h. gröfsere Affinität zur Wärme besitzt, als die S
säure. Doch ist dieser Zweifel durch den bei der Lehre
der reciproken Affinität angeführten Versuch beseitigt, s
die Zersetzung auch im verschlossenen Raume unter ei
Drucke erfolgt, bei dem sich die abgeschiedene Kohlens
zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichtet. Dagegen ist frü

t worden, dafs z. B. die Boraxsäure in der Glühhitze elsaures Natron zersetzt, während in der Kälte der umte Erfolg eintritt. Diese Beispiele zeigen, dafs es wich, die Wirkung der Stoffe auf einander unter mannig geänderten Umständen zu prüfen und bei den Schlüselche man aus den Zersetzungen durch einfache Wahldtschaft hinsichtlich der Affinitätsgröfse zieht, nie die ten Umstände unberücksichtigt zu lassen, welche, wie Lehre von der reciproken Affinität gezeigt wurde, den umkehren und der schwächern Affinität den Sieg erkönnen. Einen dieser Umstände, nämlich die verne Temperatur, berücksichtigte bereits Bergman. Auf 'abelle werden die *Attractiones electivae via humida* und *ca* unterschieden, je nachdem die Zersetzungen bei geher Temperatur oder in der Glühhitze vor sich gehn. Unterscheidung ist freilich noch nicht erschöpfend, da on bei verschiedenen Graden der Glühhitze oder einer ratur unterhalb der Glühhitze entgegengesetzte Erfolge n und z. B. das Kalium in der Rothglühhitze dem Ein Sauerstoff entzieht, während in der Weifsglühhitze s Eisen desselben bemächtigt. Zugleich wird durch Unterscheidungen zugegeben, dafs die Affinitätstabellen mmer die Affinitätsgröfsen angeben, sondern blofs den ungserfolg unter gewissen Umständen, daher diese Taton mehrern Chemikern *Fällungstafeln* oder richtiger *ngstafeln* genannt worden sind.

ie gröfste Schwierigkeit jedoch, durch einfache Wahldtschaft die Affinitätsgröfsen auszumitteln, liegt darin, dafs Erfolg nicht immer in reiner Gestalt eintritt. Sehr häufig nan beim Zusammenbringen von A B mit C nicht A C und B, n A C und B C. Wenn man z. B., um zu erfahren, ob k oder Schwefel eine gröfsere Affinität zum Sauerstoff rsenige Säure mit Schwefel erhitzt, so entsteht zwar lige Säure, aber das ausgeschiedene Arsenik bildet mit andern Theile des Schwefels Schwefelarsenik. Man kann icht folgern, dafs die Affinität des Schwefels zum Sauergröfser ist, als die des Arseniks, sondern blofs, dafs die chwefels zum Sauerstoff + der des Schwefels zum Arseröfser ist, als die des Arseniks zum Sauerstoff.

) *Durch doppelte Wahlverwandtschaft.* Guyton Morveau

Digitized by Google

nahm an, dafs, wenn sich zwei Salze wechselseitig zers die Summe der beiden trennenden Affinitäten gröfser seyn als die der beiden ruhenden, dafs z. B. bei der Zersetzu schwefelsauren Natrons durch salzsauren Baryt die Affini Schwefelsäure zum Baryt + der Affinität des Natrons zu säure gröfser seyn müsse, als die Affinität der Schwefe zum Natron + der Affinität des Baryts zur Salzsäure. E tersuchte nun, welche Zersetzungen die Salze einiger S und Salzbasen mit einander zeigten, und versuchte, den nitäten derselben solche Gröfsen beizulegen, dafs die Be nung dem Erfolge entsprach. So fand er durch Tasten gende Zahlen:

	Schwefel-säure	Salpeter-säure	Salz-säure	Essig-säure	Kohle-säu
Baryt	66	62	36	28	14
Kali	62	58	32	26	[illegible]
Natron	58	50	31	25	[illegible]
Kalk	54	44	24	19	12
Ammoniak	46	38	21	20	4
Bittererde	50	40	22	17	6
Alaunerde	40	36	18	15	2

Nach dieser Tabelle mufs sich das schwefelsaure Natron mit salzsauren Baryt zersetzen, weil 66 + 31 (= 97) mehr
Sch. trägt, als 58 + 36 (= 94). Wenn übrigens auch diese
66. len viele Zersetzungserfolge richtig voraussagen, so läs sich doch leicht zeigen, dafs sie unrichtig sind und da gar nicht möglich ist, auf diese Weise richtige Zahlen zu den. In vielen Fällen sind sich die Summen gleich, bei schwefelsaurem Kali und salpetersaurem Baryt (62 + = 66 + 58); bei schwefelsaurem Kali und salzsaurem B (62 + 36 = 66 + 32). In andern ist sogar die Summe ruhenden Affinitäten gröfser, als die der trennenden, so die Berechnung mit der Erfahrung in directem Widerspr steht; z. B. salpetersaurer Baryt und schwefelsaures Na (62 + 58 > 66 + 50); salpetersaurer Baryt und schw felsaures Ammoniak (62 + 46 > 66 + 38); salpetersaurer B ryt und schwefelsaurer Kalk (62 + 54 > 66 + 44); salpet saurer Baryt und schwefelsaure Bittererde; salpetersaurer Ba

kohlensaures Natron; schwefelsaure Bittererde und kohlensaures Ammoniak u. s. w. Nicht bloſs den Erfolgen der doppelten Affinität widersprechen nach den mitgetheilten Beispielen diese Zahlen von Guyton Morveau, sondern auch denen der einfachen Wahlverwandtschaft. So ist nach ihm die Affinität der Salpetersäure und Salzsäure zum Baryt gröſser, als zum Kali, da dieses doch aus salpeter- oder salzsaurem Baryt den Baryt ausscheidet; ferner ist die Affinität der Essigsäure zum Kalk nur zu 19 und die zum Ammoniak zu 20 gesetzt, da doch der Kalk dem Ammoniak die Essigsäure entzieht.

Nach dem, was über den Einfluſs der Cohäsion auf die Zersetzungen durch doppelte Affinitäten und über die reciproken Affinitäten mitgetheilt wurde, ist leicht einzusehn, daſs man sich vergeblich bemühn würde, die Zahlen von Guyton Morveau zu rectificiren und dadurch überall der Erfahrung anzupassen, da diese Zersetzungen nicht bloſs von der Summe der Affinitätsgröſsen, sondern auch von der Cohäsion, der Temperatur und den Lösungsmitteln abhängen und hiernach variiren.

Zersetzungen, bei welchen die Affinität der Wärme mitwirkt.

Viele Verbindungen wägbarer Stoffe werden durch höhere Temperatur zersetzt, indem sich die Wärme mit dem einen Bestandtheile zu einer elastischen Flüssigkeit vereinigt. Man muſs bei der Wärme annehmen, daſs ihre Affinität gegen wägbare Stoffe mit der Menge, in der sie angehäuft ist, also mit der Temperatur zunimmt, daſs daher eine um so gröſsere Temperaturerhöhung nöthig ist, um die Verbindung eines fixeren Stoffes mit einem flüchtigeren zu zersetzen, je gröſser die Affinität zwischen beiden, und daſs daher aus der zur Zersetzung nöthigen Temperatur die Affinitätsgröſse gefunden werden kann, wobei jedoch zugleich der Siedpunct des flüchtigern Bestandtheils in Rechnung gebracht werden muſs. Der Schwefelkies entwickelt in mäſsiger Glühhitze, die etwa zu 500° anzuschlagen ist, Schwefeldampf, bis Achtsiebentel-Schwefeleisen bleibt; da nun der Siedepunct des Schwefels bei 293° liegt, so lieſse sich die Affinität des Achtsiebentel-Schwefeleisens

zum Schwefel mit der Zahl 500 — 293 = 207 ausdrü
Das Gold verliert allen seinen Schwefel schon bei g
ger Hitze und dessen Affinität zum Schwefel ist u
viele Grade geringer; die meisten übrigen Schwefelm
verlieren den Schwefel nicht, und dieses beweist, da
Zahl, durch welche die Affinität des Schwefels zu diese
tallen auszudrücken wäre, mehr beträgt, als diejenige,
che man durch Subtraction der 293° (Siedpunct des Sc
fels) von dem Temperaturgrade erhält, welchem die Sc
felmetalle ohne Zersetzung ausgesetzt wurden. Ebenso w
de die Affinität des Iods, Broms und Chlors gegen die
nigen Metalle, von welchen sie durch Erhitzung gesch
den werden können, zu bestimmen seyn, da der Sied
des Iods und Broms bekannt ist und der des Chlors aus
Spannung, die es im liquiden Zustande bei verschiedener Te
peratur zeigt, annähernd berechnet werden könnte. E
liefse sich die des Quecksilbers und Arseniks zu einigen
ren Metallen und die des Ammoniaks zu verschiedenen S
ren und der Kohlensäuren zu manchen Salzbasen bestim
Das Ammoniak wird aus seiner Verbindung mit Bora
durch geringere Glühhitze völlig ausgetrieben, als aus s
Verbindung mit Phosphorsäure, zu der es auch nach a
Beobachtungen eine gröfsere Affinität hat. Die meisten Salzb
verlieren die Kohlensäure schon bei schwacher Glühhitze, der K
bei stärkerer, der Strontian bei noch stärkerer, der Baryt im st
sten Essenfeuer, das Kali und Natron gar nicht. Hiernach m
sen letztere zwei Basen die gröfste Affinität gegen die Kohlen
besitzen, und die Erfahrung, dafs ihnen Kalk, Strontian
Baryt bei hinreichender Wassermenge die Kohlensäure e
ziehn, mufs aus der Gegenwart des Wassers und dessen g
fserer Affinität zum ätzenden Kali und Natron zu erkl
seyn, nach dem, was bei der Lehre von der reciproken Af
tät über Kali und Kalk ausführlicher bemerkt wurde.
endlich auch mehrere Sauerstoffverbindungen, wie Chrom
Manganhyperoxyd, Antimonsäure, Arseniksäure und die Ox
der edeln Metalle bei höherer Temperatur ihren Sauers
theilweise oder gänzlich entwickeln und die Verbindun
des Wasserstoffs mit Kohlenstoff, Phosphor und Schw
und die des Stickstoffs mit Chlor und Iod bei verschie
starker Erwärmung zersetzt werden, so läfst sich die Affi

[...]se in diesen Verbindungen wenigstens vergleichungs[...] bestimmen, nur daſs, weil der Siedpunct des Sauer-, [...]r- und Stickstoffs unbekannt ist, keine bestimmten Zah[...]nittelt werden können.

Man sucht aus der Adhäsionsgröſse die relative Affi[...]röſse zu bestimmen.

[...]YTON MORVEAU betrachtete die Adhäsion als eine an[...]de Affinität; die heterogenen Stoffe ziehen sich zuerst [...]sen an, bevor sie, in ihre Atome zertheilt, chemische [...]dungen bilden. Hiernach muſs die Adhäsionsgröſse zur [...]itsgröſse in einem geraden Verhältnisse stehn und durch [...]mung der erstern auch die letztere gefunden werden [...]. MORVEAU hängte eine Scheibe von einem Zoll Durch[...], bald aus diesem, bald aus jenem Metall bestehend, an die [...]eite des Waagbalkens, brachte ihn durch auf die entge[...]etzte Waagschale gelegte Gewichte ins Gleichgewicht, [...] der Scheibe ein mit Quecksilber gefülltes Gefäſs, so [...]re untere Fläche damit genau in Berührung kam, und [...]chte, wie viel Gewicht weiter in die Waagschale gelegt [...] muſste, um die Scheibe vom Quecksilber zu trennen. [...]d er, daſs bei den von ihm untersuchten Metallen fol[...] Gewichte erforderlich waren: Gold 446 Gran, Silber [...] Zinn 418, Blei 397, Wismuth 372, Zink 204, Kupfer [...] Antimon 126, Eisen 115, Kobalt 8 Gran. Beinahe ganz [...]ieser Ordnung verbinden sich diese Metalle verschie[...]icht mit dem Quecksilber und sonach scheint der Ver[...]obiger Ansicht zu entsprechen.

[...]edoch ist Folgendes dagegen zu bemerken. Daſs Adhä[...]- und Affinitätsgröſse in einem geraden Verhältnisse zu [...]ler stehn, ist zwar möglich, aber vor der Hand nicht [...]en. Manche Erfahrungen möchten sogar dieser Annahme [...]sprechen; so ist die Affinität des Quecksilbers zum [...]efel viel gröſser, als zu jenen Metallen, und dennoch [...] eine Schwefelplatte eines geringern Gewichts bedürfen, [...]ne Metalle, um vom Quecksilber getrennt zu werden. [...] sich ferner das Gold mit dem Quecksilber leichter che[...] verbindet, als etwa das Zink, so folgt daraus noch nicht, [...] seine Affinität zum Golde gröſser ist, als zum Zink; zur [...]mmung dieser Affinitätsgröſsen hätte man zu untersuchen, [...]welcher Temperatur die Metalle das Quecksilber verlieren.

Digitized by Google

Diese von der Affinitätsgröfse unabhängige gröfsere Lei keit, sich zu verbinden, bewirkt ferner, dafs das Go schnell amalgamirt, d. h. mit einer dünnen Schicht von amalgam überzieht, welches in einer innigern Berühru dem Quecksilber steht, als eine nicht amalgamirte M fläche, und dadurch die Trennung erschwert. Ueberhaupt durch dieses Verfahren nicht einmal die Adhäsionsgröfse funden. Das zur Trennung nöthige Gewicht drückt nic Kraft aus, mit welcher das Gold, sondern diejenige, mit cher das Goldamalgam an dem Quecksilber haftet, und dieses nur unvollständig; denn am Amalgam bleibt bei der T nung Quecksilber hängen, es wird somit das Quecksilber zerrissen und also vorzüglich seine Cohäsion hierbei g den. Sofern bei den übrigen Metallen die Bildung des A gams unvollständiger vor sich geht und daher das Qu ber weniger anhängt und weniger zerrissen wird, si ihnen geringere Gewichte nöthig. Wäre es endlich ab erwiesen, dafs die Adhäsions- und die Affinitätsgröfs chen Schritt halten, so würde letztere durch erstere doc wohl gefunden werden können, weil erstere bei Stoffen, che sich bei der Berührung sogleich verbinden, gar nic messen werden kann.

c) Man berechnet die Affinitätsgröfse aus der Zeit, in cher die Verbindung erfolgt.

Da die Zeit, in welcher sich die Stoffe verbinden, Theil auch von der Gröfse ihrer Affinität abhängt (III. so könnte man, wenn hierauf nicht andere Umstände, specifisches Gewicht, Cohäsion und Elasticität, noch vi deutender einflössen, aus der Schnelligkeit, mit welcher Verbindung gebildet wird, auf die Gröfse der dieselbe b kenden Affinität schliefsen. So setzte Wenzel[1] Metallc der von gleicher Höhe und gleichem Durchmesser, die all mit Ausnahme einer Grundfläche mit einem Lack ü zogen waren, der Wirkung verschiedener Säuren bei gle Temperatur und gleich lange Zeit aus und schlofs aus Menge des aufgelösten Metalls auf die Affinitätsgröfse. D Versuche können jedoch schon deshalb nichts beweisen,

---

1 Von der Verwandtschaft. S. 28.

· Auflösung der Metalle in Säuren verschiedene Affini-
ugleich ins Spiel kommen, z. B. die Affinität des Me-
im Sauerstoff, der theils der Säure, theils dem Wasser
n werden muſs, des Metalloxyds zur Säure und des
alzes zum Wasser, weil Wenzel je nach der Be-
iheit des Metalls bald concentrirtere, bald verdünntere
nwendete, und weil eine gleich groſse Fläche verschie-
letalle je nach ihrem Atomgewichte und ihrer Dichtig-
ne verschieden groſse Zahl von Atomen dem Auflö-
ittel darbietet. Aber auch Versuche, mit Beseitigung
Uebelstände angestellt, würden zu nichts führen, weil
fluſs der Cohäsion und des specifischen Gewichtes nicht
Rechnung gebracht werden kann.

Die Affinitätsgröſse wird aus der Menge bestimmt, in
sich die Stoffe vereinigen.

rthollet stellte folgende Hypothese auf: je weniger
iem Stoff B nöthig ist, um den Stoff A zu neutralisi-
so seine entgegengesetzten Eigenschaften auszugleichen,
ntgegengesetzter muſs der Stoff B dem Stoff A und de-
ſser muſs auch ihre gegenseitige Affinität seyn. Wenn
ine bestimmte Menge der Säure A schon durch einen
der Salzbase B neutralisirt wird, dagegen zwei Theile
sis C und drei der Basis D zur Neutralisation bedarf, so
en sich die Affinitäten von A zu B, C und D $=3:1\frac{1}{2}:1$;
lie Affinitätsgröſse steht in umgekehrtem Verhältnisse mit
r Neutralisation erforderlichen Menge der Basis. Eben-
de es sich mit der Affinität einer Salzbase gegen ver-
ne Säuren verhalten; diejenige Säure, von welcher die
Menge zur Neutralisation der Basis hinreicht, hätte
en Säuren die gröſste Affinität gegen die Basis. Diese
t widerstreitet allerdings den aus den Zersetzungen durch
e Wahlverwandtschaft gezogenen Schlüssen, wie die
len zwei Columnen zeigen. In der der Schwefel-
sind einige Salzbasen und in der des Kalks einige Säu-
der Ordnung unter einander gestellt, in welcher nach
folgen der einfachen Wahlverwandtschaft ihre Affinität
nt.

Digitized by Google

40 Theile Schwefelsäure nehmen auf:	28,5 Theile Kalk nehmen auf:
76,6 Baryt	40,0 Schwefelsäure
52,0 Strontian	54,0 Salpetersäure
47,2 Kali	36,4 Salzsäure
31,2 Natron	127,0 Hydriodsäure
28,5 Kalk	32 schweflige Säure
20,7 Bittererde	22 Kohlensäure
17 Ammoniak	

Diese Widersprüche sucht Berthollet aus dem Einfluss Cohäsion und der Elektricität auf den Zersetzungserfolg zu klären. Nach ihm mufs das Ammoniak gegen die Schwef säure die gröfste Affinität haben, weil schon 17 Theile selben zum Neutralisiren von 40 Theilen Schwefelsäure hi chen, während von den übrigen Basen mehr nöthig ist. noch wird es von diesen aus seiner Verbindung mit Schwefelsäure getrieben, weil es sich vermöge seiner E tät oder Neigung, sich mit der Wärme zu einem Gase zu binden, allmälig in Gasgestalt entwickelt und so aus der W kungssphäre tritt, wie dieses unten bei Darlegung der B thollet'schen Theorie genauer auseinandergesetzt werden s

Dafs der Baryt und Strontian den übrigen Salzbasen Schwefelsäure entziehn, wiewohl ihre Affinität zu dieser na Berthollet's Ansicht geringer seyn mufs, erklärt er aus grofsen Cohäsion des schwefelsauren Baryts und Strontians die ebenfalls unten genauer zu entwickelnde Weise. ferner der Kalk seine Schwefelsäure an das Kali abtritt, wohl er nach Berthollet's Ansicht eine gröfsere Affinität ihr haben mufs und wiewohl der schwefelsaure Kalk weniger löslich, also viel cohärenter ist, als das schwefels Kali, erklärt Berthollet aus der noch geringern Löslich oder noch gröfseren Cohäsion des sich ausscheidenden Ka und ebenso ist nach ihm die grofse Cohäsion der Bitter der Grund, warum sie ungeachtet ihrer gröfsern Affinität d die über ihr befindlichen Salzbasen von der Schwefelsäure schieden wird. Je weniger elastisch und je weniger cohär eine Basis und je cohärenter ihr Salz, desto eher bemäch sie sich nach Berthollet der Säure, und umgekehrt, je el stischer oder cohärenter eine Basis und je weniger cohär

Salz, desto leichter wird sie abgeschieden, welche Affi-
ät zu der Säure sie auch besitze.

Ebenso hat man nach Berthollet in der Columne des
lks die den Affinitätsgröſsen nicht entsprechenden Zer-
ungserfolge aus dem Einflusse der Cohäsion und Elasti-
ät zu erklären. Die Affinität der Kohlensäure zum Kalk
uſs gröſser seyn, als die der übrigen Säuren, weil der Kalk
n ihr am wenigsten bedarf. Daſs sie dennoch von den übri-
n in der Columne aufgeführten Säuren aus dem kohlensau-
Kalk ausgetrieben wird, ist von ihrer groſsen Elastici-
abzuleiten. Daſs jedoch diese Erklärung unrichtig ist,
ebt sich aus dem eben erzählten Versuche, nach welchem
Kohlensäure auch im verschlossenen Raume, wo sie tropf-
e Gestalt annimmt, durch die Salzsäure ausgetrieben wird.
ist ferner die schweflige Säure viel weniger elastisch, als
Salzsäure; sie bildet mit Kalk ein viel weniger lösliches
, als diese; ihre Affinität zum Kalk muſs nach der Ber-
let'schen Ansicht gröſser seyn; dennoch wird der schwef-
ure Kalk durch die Salzsäure zersetzt.

Berthollet hat, um seine Hypothese mit der Erfahrung
söhnen, der Cohäsion und Elasticität einen unverhält-
äſsigen Einfluſs auf die Zersetzungserfolge eingeräumt.
ie die von der Elasticität entnommenen Erklärungen falsch
d, hat Vorstehendes gezeigt; schwieriger läſst sich bewei-
n, daſs auch die Cohäsion keine so wichtige Rolle spielt.
ist oben (IV. 1. c) gezeigt worden, daſs nur sehr lose Ver-
ungen, wie die Auflösungen von Salzen in Wasser, durch
ältung, welche die Cohäsion vermehrt, theilweise aufgeho-
werden können, während sich aus den innigern Verbin-
gen selbst der cohärentesten Stoffe, wie aus Kohlenoxyd,
silicium, Chlortitan, schwefelsaurer Alaunerde u. s. w. in
so groſser Kälte niemals etwas ausscheidet. Dieses be-
, daſs die Cohäsion in Vergleich mit solchen gröſsern
nitäten kaum in Betracht kommt und daher da, wo diese
ken, nur dann etwa den Ausschlag geben kann, wenn sie
, wie bei den doppelten Affinitäten, ungefähr das Gleich-
wicht halten. Allerdings ist es sehr beachtungswerth, daſs
B. beim Zusammentreffen einer Säure mit zwei Salzbasen
mer die minder löslichen Stoffe erhalten werden. Ist ein

Salz der minder lösliche, so entsteht dieses; ist es eine S basis, so scheidet sich diese ab. So entzieht in obige lumne der Schwefelsäure, der Baryt dieselbe dem Str dieser dem Kali, dieses dem Natron, wo immer die Basen schwieriger lösliche Salze bilden, als die letzteren. Baryt für sich ist leichter in Wasser löslich, als der Stro und bildet doch mit Schwefelsäure ein minder lösliches S dasselbe Verhältnifs zeigt sich zwischen Kali und Natron, nun die Cohäsion die Ursache des Zersetzungserfolges, Berthollet will, oder ist sie nicht vielmehr erst die F der gröfsern Affinität? Letztere Ansicht möchte den V verdienen. Eben weil die Affinität der Schwefelsäure Baryt gröfser ist, als zum Strontian, also eine innigere V dung mit ihm erzeugt, in welcher das Verbindungsbe beider Stoffe am meisten befriedigt ist, besitzt diesel noch eine geringere Affinität zum Wasser. Es entst diesen Zersetzungen nicht deshalb die minder löslichen S weil ihre gröfsere Cohäsion ihre Bildung vorzugsweise b stigt, sondern weil die stärkeren Affinitäten realisirt w und diese die relativ minder löslichen Verbindungen er Dafs endlich der Kalk durch das Natron und die Bitt durch den Kalk von der Schwefelsäure abgeschieden wir nach dieser Ansicht nicht die Folge der gröfsern Coh des Kalkes und der noch gröfsern der Bittererde, sonder Folge davon, dafs die Löslichkeit der Basen in Wasser ihre Affinität zu demselben ungefähr in derselben Or abnimmt, wie ihre Affinität zu den Säuren. Wäre di häsion von so grofser Wichtigkeit bei den Zersetzungen, dürfte, wie bemerkt, der schwefligsaure Kalk nicht durch Salzsäure zersetzt werden, und letztere Säure dürfte den k lensauren Kalk nicht bei einem äufsern Drucke zersetzen, welchem die Kohlensäure liquid wird.

Ganz oder theilweise entgegengesetzt von Bertholl Gesetz über die Affinitätsgröfse sind die Gesetze, w Bergman und Kirwan aus ihren unvollkommenen U suchungen über das Verhältnifs, nach welchem sich die S ren mit den Salzbasen verbinden, abgeleitet haben. Be man schlofs aus seinen Versuchen: 1) Die Affinität einer S ist am gröfsten gegen diejenige Basis, von welcher die S am meisten aufnimmt. In dieser Ordnung folgen sich allerdi

Digitized by Google

...igen Basen, die in der Columne der Schwefelsäure aufgeführt sind. 2) Ebenso hat nach BERGMAN eine Basis gegen diejenige Säure die gröfste Affinität, von welcher die ... Menge zur Neutralisation der Basis erforderlich ist. ... Gesetze entspricht die oben gegebene Columne des ... mit Ausnahme der Hydriodsäure und Schwefelsäure, aber ... war BERGMAN nicht bekannt und seine Versuche ga... die Menge der Schwefelsäure gröfser an, daher ihm diese ...nahme nicht bemerklich wurde.

KIRWAN stimmte zufolge den von ihm unternommenen ...ssen der Salze im ersten Gesetze mit BERGMAN überein, ... für die Affinität einer Basis gegen verschiedene Säuren ... er umgekehrt das Gesetz auf, eine Basis habe gegen ... Säure die gröfste Affinität, von welcher sie am we... aufnehme.

Alle diese Gesetze jedoch konnten nur dadurch einen ... von Gültigkeit erhalten, dafs nur einige wenige Säu... und Salzbasen in dieser Beziehung geprüft wurden, und ... auf eine ungenaue Weise; vor der heutigen Chemie kön... ... nicht mehr bestehn. So wie man die jetzt genauer ...ten Mengenverhältnisse annimmt und in die Spalte ... Schwefelsäure noch das Lithon nebst verschiedenen Erden ... schweren Metalloxyden und in die des Kalkes noch ... andere Säuren setzt, so zeigt es sich deutlich, dafs ... dieser Gesetze richtig seyn kann. Auch wissen wir ... dafs das Verhältnifs, nach welchem sich die Stoffe ver..., von ihrem Atomgewicht abhängt. Würde durch die... Verhältnifs zugleich die Affinitätsgröfse bestimmt, so müfste ... mit dem Atomgewichte in einem einfachen geraden oder ...kehrten Verhältnisse stehn. Wäre z. B. BERTHOLLET's Ge... richtig, so müfste die Affinität des Wasserstoffs zu allen ... Stoffen die gröfste seyn, da er das kleinste Atomge... hat und also in der kleinsten Menge hinreicht, andere ... zu sättigen, und die des Iods müfste viel geringer seyn, ... der meisten übrigen Stoffe, z. B. als die des Schwefels, ... 16 Theile Iod zur Sättigung einer Menge von Metall nö... sind, welche schon durch 16 Theile Schwefel gesättigt ..., während doch das Iod, wiewohl es flüchtiger ist, als der Schwefel, die Schwefelmetalle zersetzt.

Aus Vorstehendem ergiebt sich, dafs die einzige, einiger-

maſsen genügende Weise, die relative Affinitätsgröſse finden, auf den Zersetzungen durch einfache Wahlverschaft, sowohl mittelst wägbarer Stoffe, als mittelst d me, beruht, daſs jedoch die gesammelten Erfahrungen d fältigsten Prüfung bedürfen, und daſs man noch weit entfernt ist, die jeder Affinitätsgröſse zukommende Z kennen, ja daſs selbst die Ordnung, in welcher sich di in ihren Affinitäten folgen, durchaus noch nicht mit S heit ausgemittelt ist. Es lassen sich jedoch aus den b ten Thatsachen folgende allgemeine Gesetze über die A tätsgröſse ableiten.

1) *Bei denselben zwei Stoffen.* Wenn A nach ve denen Verhältnissen mit B verbindbar ist, so bindet erste Menge von B mit gröſserer Kraft, als die zweite, mit gröſserer, als die dritte u. s. f. Dieses in der Na Sache begründete Gesetz leidet keine Ausnahme. Einig spiele mögen es erläutern. 1 Atom Kohlenstoff bildet Atom Sauerstoff das Kohlenoxyd, mit 2 die Kohle Leitet man ein Gemenge von kohlensaurem Gas und schüssigem Wasserstoffgas durch eine glühende Röhre, s zieht der Wasserstoff unter Wasserbildung immer bloſs 1 Sauerstoff, das andere bleibt vermöge überwiegender A des Kohlenstoffs mit diesem zu Kohlenoxyd verbunden. braune Bleioxyd (PbO^2) wird in ganz dunkler Rothgl unter Sauerstoffgasentwickelung zu Mennige (Pb^3O^4 stärkerer Glühhitze schmilzt diese Mennige unter neuem stoffverlust zu gelbem Bleioxyd (PbO) zusammen; di doch verliert sein eines Atom Sauerstoff auch in der st Hitze nicht, sondern verdampft als Ganzes.

Es giebt einige scheinbare Ausnahmen von diesem setze; z. B. die Salpetersäure (NO^5) tritt an manche Stoffe Sauerstoff nicht so leicht ab, wie die sauerstoffärmere U salpetersäure (NO^4). Man kennt jedoch die Salpeter eben wegen der geringen Affinität des Stickstoffs zum 5 Atom Sauerstoff, nicht für sich, sondern bloſs in Verbin mit Wasser oder Salzbasen. In der wässerigen Salpeter widersetzt sich die Affinität des Wassers zur Säure bis zu nem gewissen Puncte der Uebertragung ihres Sauerstoff andere Stoffe. So ist auch das überchlorsaure Kali (KO+C

Digitized by Google

er leicht durch Hitze und andere brennbare Stoffe zer-, als das chlorsaure ($KO + ClO^5$), wiewohl es 2 Atomerstoff mehr enthält. Allein die Ueberchlorsäure ist wegen dieses gröfsern Sauerstoffgehalts eine stärkere als die Chlorsäure, und die gröfsere Affinität des Kali's die erstere erschwert daher ihre Zersetzung. Ferner entmehrere brennbare Körper, wie Phosphor, dem Stick- (NO) bei niedrigerer Temperatur seinen Sauerstoff, als Stickoxyd (NO^2). Diese Anomalie ist von den Hinder- abzuleiten, welche der gasförmige Zustand in verschie- Grade der chemischen Einwirkung entgegensetzt, wie n Bedingungen zur Bildung einer chemischen Verbin- (III. 1. D) auseinandergesetzt wurde. Die entgegenge- Erfahrung, dafs Stickoxyd durch schwefligsaure Alkalien nige andere Stoffe seines zweiten Atoms Sauerstoff be- und in Stickoxydul verwandelt wird, welches durch sie weitere Veränderung erleidet, beweist die Richtigkeit esetzes.

) *Bei verschiedenen Stoffen.* a) Einfache Stoffe zeigen ärksten Affinitäten gegen einander, z. B. Sauerstoff, Chlor, , Iod u. s. w. gegen die meisten übrigen. Hierauf fol- e Verbindungen der ersten Ordnung, z. B. Säuren und sen. Viel schwächer sind die Affinitäten der Verbin- n der zweiten Ordnung, namentlich der Salze, gegen der, und so nehmen die Affinitäten bis zum Verschwin- ab. Im Verhältnifs, als die Affinitäten der Elemente durch dungen derselben befriedigt werden, hört ihr Bestreben, weitere Verbindungen einzugehn, endlich auf.

) Je entgegengesetzter sich die Stoffe in ihren physika- n Eigenschaften sind, desto gröfser ist im Ganzen ihre ität. So haben die Metalle, als sich ähnliche Körper, ns eine geringe Affinität gegen einander, dagegen eine gegen Sauerstoff, Chlor, Brom, Iod, Schwefel und an- nicht metallische Stoffe; ebenso haben die Säuren unter der und die Salzbasen unter einander geringe Affinität, gen die Säuren zu den Salzbasen sehr grofse.

Digitized by Google

VI. Ursache und Wesen der Affinit[ätser]scheinungen.

Was ist die Ursache der chemischen Verbindung[en und] Trennungen; welche Veränderungen gehn hierbei im I[nner]sten der Materien vor sich? Diese Frage ist die am ti[efsten] in das Wesen der Materien eindringende, aber auch die sch[wie]rigste in der ganzen Chemie. Die zur Beantwortung d[ersel]ben aufgestellten Hypothesen zerfallen in die atomis[tischen] und die dynamischen.

1) Atomistische Hypothesen.

Man nimmt in der *atomistischen* oder *Corpuscular[theorie]* an, dafs die Materie etwas Ursprüngliches ist, und da[fs die]selbe gewisse sehr kleine Theile, die *Atome, Molecül[e, Par]tikeln, Massentheile,* bildet, die sich nicht dicht an e[inander] legen, sondern so, dafs Zwischenräume, *Poren*, blei[ben, da]her ein Stück Glas, Metall und andere Körper, wel[che] dem Auge völlig zusammenhängend darstellen, nicht [den Raum] der Materie gleichförmig erfüllt, sondern als ein Aggre[gat von] Atomen und leeren Räumen zu betrachten sind. Bei de[r che]mischen Verbindung lagern sich die Atome der hetero[genen] Materien dicht an einander, ohne sich zu durchdring[en, es] tritt nur eine *Nebeneinanderlagerung, Juxtaposition*, ei[n und] das Aggregat der so gebildeten zusammengesetzten [Atome,] zwischen denen sich wiederum Poren befinden, stellt [nun] die neue Verbindung dar. Je nach der Kraft, die zu[r Hülfe] genommen wird, um die Aneinanderlagerung der hetero[genen] Atome zu erklären, ist die ältere und die neuere Atom[istik] zu unterscheiden.

a) Aeltere Atomenlehre.

Den Atomen wird keine Anziehungskraft beigelegt, [son]dern eine von Ewigkeit her bestehende Bewegung, [ver]möge deren sie, wegen ihrer Kleinheit unsichtbar, durch den W[elt]raum fallen, jedoch nicht in ganz paralleler Richtung, so d[afs sie] sich zum Theil begegnen und zu gröfseren Massen, wi[e die] Erde und anderen Himmelskörpern, zusammenhäufen. Di[e jeni]nigen Atome, welche fortfahren, sich einzeln zu bewegen,

Digitized by Google

uf die Körper der Erde treffen, fallen theils ohne Wir- g durch deren Poren hindurch, theils treffen sie auf die e der Körper und treiben sie sowohl gegen die Erde, gen einander, wodurch sie die Erscheinungen der Schwer-, Cohäsion, Adhäsion und Affinität bewirken. Diese n wurde durch LEUCIPP, DEMOKRIT, EPIKUR, LUCREZ LMAGE immer mehr entwickelt[1].

b) Neuere Atomenlehre.

Man nimmt an, dafs den Atomen selbst Kräfte innewoh- welche ihre wechselseitige Anziehung, wie sie sich als erkraft, Cohäsion, Adhäsion und Affinität äufsert, be- n.

1) *Beschaffenheit der Atome.* Die Atome sind nicht un- n kleine Theile im mathematischen Sinne, sondern be- n immer noch, so höchst klein sie auch seyn mögen, ein mtes Gewicht, eine bestimmte Gröfse und eine be- n Form. Sie sind insofern untheilbar, als sie sich durch nische und andere Kräfte nicht in noch kleinere Theile n lassen. Dafs diese Atome äufserst klein und einzeln für unsere möglichst geschärften Sinne nicht mehr er- r seyn müssen, ergiebt sich aus folgender Betrachtung nBERG's[2]. Es läfst sich durch mikroskopische Untersu- gen organischer Theile bei einigen direct nachweisen, s nur $\frac{1}{16000}$ Linie, und bei andern indirect, dafs sie ger als $\frac{1}{6000000}$ Linie im Durchmesser haben. Diese e müssen nun noch aus mehreren Atomen organischer nz zusammengefügt seyn und jedes Atom dieser orga- en Substanz besteht aus mehreren Atomen Kohlenstoff, erstoff, Sauerstoff und oft auch Stickstoff. Die Gröfse s einzelnen Atoms mufs hiernach sehr gering seyn; immer bleibt es eine bestimmte. Gröfse und Gewicht sind bei Atomen desselben Stoffes dieselben, dagegen bei denen chiedener Stoffe häufig verschieden. Doch haben die Ato- sämmtlicher Stoffe dieselbe Dichtigkeit, und wenn sie sich nander lagern könnten, ohne Zwischenräume zwischen zu lassen, so würden alle Stoffe dasselbe specifische Ge-

1 S. Art. *Materie.* Bd. VI. S. 1395.
2 Poggendorff's Ann. XXIV. 85.

wicht zeigen, nämlich das der Atome. Bei der Verei-
der Atome zu gröfsern Massen bleiben jedoch beträ-
Poren, welche mit der Wärme, dem Princip der El-
erfüllt sind. Bei der Zusammendrückung und Ausdehn-
nes Körpers erleiden die Atome keine Verdichtung od-
dehnung; nur die Poren werden verengt oder erweitert.

Ueber die *Form der Atome* herrschen zwei Ans-
Nach der einen haben die Atome die Form der Bruch-
welche man erhält, wenn man einen krystallisirten K-
nach seinen Blätterdurchgängen spaltet. Antimon, welch-
rallel mit den Flächen eines spitzen Rhomboeders spaltb-
zerfällt bei der Theilung in immer kleinere ähnliche R-
boeder, und denkt man sich die Spaltung so weit fort-
als sie immer möglich ist, so würden die kleinsten so-
tenen Rhomboeder die Atome des Antimons selbst sey-
Diamant, welcher in regelmäfsigen Oktaedern krystallis-
parallel mit dessen Flächen spaltbar ist, zerfällt bei -
sten Spaltung in sechs regelmäfsige Oktaeder und -
gelmäfsige Tetraeder; die Oktaeder zerfallen bei jede-
Spaltung wieder auf dieselbe Weise; ein jedes Tetra-
in vier kleinere Tetraeder und ein Oktaeder spaltbar. M-
daher den Atomen des Diamants entweder die Form d-
traeders oder des Oktaeders zuzuschreiben. Bei kryst-
Stoffen, die nach den Flächen des Würfels spaltbar sind,
den die Atome Würfelgestalt besitzen, und bei den n-
Flächen einer regelmäfsigen sechsseitigen Säule theilb-
Gestalt einer regelmäfsigen dreiseitigen Säule. Nach
Ansicht hätten die Atome entweder die Gestalt eines
lelepipedons (Rhomboeder, Würfel, quadratische, rechtw-
und rhombische Säule), oder einer dreiseitigen Säule,
eines bald regelmäfsigen, bald unregelmäfsigen Oktaed-
Tetraeders. Diese Ansicht erklärt allerdings am leichte-
Krystallform und *Blätterdurchgänge* einfacher Stoffe,
jedoch bei ihrer Anwendung auf die Krystallform der V-
dungen auf grofse Schwierigkeiten. Die Atome des Wis-
z. B. haben nach dieser Ansicht die Form entweder ein-
gelmäfsigen Oktaeders, oder eines regelmäfsigen Tetraed-
des Schwefels entweder die eines rhombischen Oktaeders,
eines unregelmäfsigen Tetraeders. Aus der Verbindung
1 Atom Wismuth und 1 Atom Schwefel entspringt der V

anz, dessen Durchgänge der Flächen einer geraden rhom-
ı Säule entsprechen und dessen zusammengesetzte Ato-
ch diese Form haben müfsten. Es fragt sich hier, wie
Zusammenfügung von einem regelmäfsigen und einem
mäfsigen Oktaeder oder Tetraeder ein zusammengesetz-
m von der Form einer rhombischen Säule gebildet wer-
m? Ueberhaupt müssen nach dieser Ansicht die mei-
sammengesetzten Atome eine ganz complicirte Gestalt
, wie sie aus der Verbindung der verschieden geform-
verschieden grofsen einfachen Atome hervorgehn. Auch
richt dieser Ansicht der Dimorphismus der einfachen
bei dem in schiefen rhombischen Säulen krystallisirten
el müfste eine andere Form des Schwefelatoms ange-
ı werden, als bei dem in rhombischen Oktaedern kry-
en.

hrscheinlicher ist daher die zweite Ansicht, die zuerst von
RONG aufgestellt worden zu seyn scheint, dann aber von
t[1] bestimmter erörtert worden ist. Nach dieser besitzen
fache Atome Kugelgestalt; erst indem sie sich nach einer
denen Zahl und unter verschiedenen Winkeln an ein-
gern, entstehn Aggregate, die eine der oben genann-
stalten besitzen und die man als *Krystallmolecüle* be-
n kann. So können vier Kugeln unten und vier senk-
arüber einen Würfel bilden; ebenso drei Schichten von
ins Quadrat gelegten Kugeln über einander; bei einer
Zahl von Schichten über einander würde eine qua-
e Säule entstehn; lägen zwei oder mehr Schichten von
8, 12 oder mehr Kugeln, die ein Rechteck bilden,
nander, so entstände eine rectanguläre Säule; 3mal 9
mal 16 Kugeln über einander, und zwar nicht senk-
sondern unter einem schiefen Winkel, könnten ein
oeder bilden; drei Kugeln unten und eine darüber ein
ler; drei Kugeln unten und drei darüber eine dreiseitige
u. s. f. Diese beim Krystallisiren eines Stoffs zuerst sich
len Krystallmolecüle fügen sich dann, indem sie sich
sweise mit ihren Flächen anziehn, zu gröfseren Kry-
ssen zusammen, welche nach den Richtungen, nach
en die Zusammenfügung geschah, am leichtesten trennbar

---

[1] Ann. de Chim. T. XC. p. 43.

Digitized by Google

sind und so die Blätterdurchgänge zeigen. Bei dieser An bleibt es allerdings vor der Hand unerklärt, warum sich Kugeln der Stoffe je nach ihrer Natur in einer verschi Zahl und unter verschiedenen, bei demselben Stoffe c bleibenden Winkeln zu bald diesem, bald jenem Kryst lecül vereinigen. Dafür gewährt sie am meisten Aufs über den *Amorphismus* und den *Dimorphismus.* Beim A phismus wäre nämlich anzunehmen, dafs sich wegen Flusses oder zu raschen Ueberganges eines Stoffs in den ren Zustand die Atomkugeln nicht erst zu solchen Kry molecülen vereinigen, sondern dafs jedes Atom von jedem dern in gleicher Entfernung bleibt, daher weder Blätterd gang, noch Krystallform; beim Dimorphismus, dafs sich Atome je nach den Umständen in verschiedener Zahl und verschiedenen Richtungen zu Krystallmolecülen von ver dener Gestalt vereinigen, die denn auch bei ihrer Anein lagerung Krystalle von verschiedener Form und vers nem Blätterdurchgange liefern müssen. Auch machen ser Ansicht die zusammengesetzten Atome keine Schwie sie sind ein Aggregat von zwei und mehr Kugeln un nen sich wieder unter einander zu Krystallmolecülen einigen.

Bei den wägbaren Flüssigkeiten wird nach der ato schen Theorie angenommen, dafs jedes einzelne Atom, w Form man ihm auch nach einer der oben mitgetheilten Ans beilegen möge, mit einer Sphäre oder Hülle von Wärme geben ist, welche bei den tropfbaren Flüssigkeiten einen kleinen Raum einnimmt, bei den elastischen dagegen ein grofsen, dafs das Volumen der Atome zu dem der Wärme len kaum in Betracht kommt. Aus dieser gröfsern und gl weiten Entfernung der Atome von einander durch die W mehüllen sucht man die Beweglichkeit der Flüssigkeiten erklären. Hinsichtlich der elastischen Flüssigkeiten wurd oben wahrscheinlich gemacht, dafs die Wärmesphären, w che die Atome verschiedener einfachen Stoffe umgeben, schieden grofs sind, dafs sich ihr Volumen wie 1 : 3 verhält und dafs es bei einigen zusammengesetzten Ato 12 beträgt; d. h. wenn das Volumen der Wärmehülle, w che 1 Atom Schwefel umgiebt, = 1 gesetzt wird, so ist 1 Atom Sauerstoff, Phosphor oder Arsenik umgebende dreim

1 Atom Wasserstoff, Stickstoff, Chlor u. s. w. umge-
sechsmal und das 1 Atom Salzsäure, Ammoniak u. s. w.
gebende zwölfmal so groſs.

Für die Richtigkeit der atomistischen Theorie führt Wol-
ton[1] noch folgenden Beweisgrund an. Wäre die Materie
endlich theilbar, so müſste sich auch die atmosphärische
vermöge ihrer Elasticität ins Unendliche ausdehnen. Die
sphäre der Erde könnte dann nicht begrenzt seyn, son-
sie müſste sich bis zu den übrigen Himmelskörpern aus-
und um diese wieder Atmosphären bilden, deren Dich-
keit der Masse und Anziehungskraft dieser Körper angemes-
wäre. Daſs man am Monde keine Atmosphäre wahr-
, lieſse sich wohl daraus erklären, daſs dieselbe wegen
geringen Masse des Mondes sehr dünn und deshalb unbe-
bar sey. Allein auch von der Sonne und dem Jupiter,
Massen viel beträchtlicher sind, als die der Erde, läſst
sich astronomisch beweisen, daſs sie keine Atmosphäre ha-
. Hieraus geht hervor, daſs die Luft nicht bis ins Un-
liche theilbar ist, sondern daſs die in den obersten Regio-
der Luft befindlichen Atome derselben sich bis über ei-
gewissen Punct hinaus nicht weiter von einander entfer-
, sofern am Ende die Anziehung zur Erde und zu den
ilchen der Atmosphäre dem Ausdehnungsbestreben das
chgewicht hält. Gegen diesen Beweis könnte man viel-
einwenden, daſs, auch die unendliche Theilbarkeit der
vorausgesetzt, am Ende mit der Ausdehnung derselben
Elasticität in solchem Grade abnimmt, daſs auch hier zu-
die Anziehung der Erde die weitere Ausdehnung, wo-
eine immer gröſsere Entfernung von der Erde gegeben ist,
dert. Wenn man vollends mit Poisson und Dumas an-
mt, daſs die äuſsersten Theile der Luft wegen groſser
flüssig oder fest sind und als Schneeflocken von Stick-
und Sauerstoff die Atmosphäre umgeben, so kann der Be-
noch weniger genügen.

2) *Chemische Verbindung.* Eine chemische Verbindung
steht, indem sich ein oder mehrere Atome des einen Stof-
an ein oder mehrere Atome eines oder mehrerer anderer
offe dicht an einander lagern und somit ein zusammenge-

---

1 Philipps Ann. of philos. T. IV. p. 251.

setztes Atom bilden, und sofern sich die zusammengesetz Atome wiederum mit einander verbinden und die so erz ten wiederum u. s. w., wonach man, wie bei den Ve dungen, zusammengesetzte Atome der ersten, zweiten, d Ordnung u. s. f. unterscheiden kann. Die Atome haben m Neigung, sich nach einfachen, als nach complicirten Zahle vereinigen, und die innigern Verbindungen des unorgani Reichs zeigen meistens einfache Zahlenverhältnisse, wäh die unter Mitwirkung der Lebenskraft gebildeten organisch verwickeltere zeigen. Somit erklärt die atomistische The viel genügender, als die dynamische den Grund der stöch metrischen Gesetze. Wie man sich losere, nach veränder chen Verhältnissen mögliche Verbindungen vorzustellen ha z. B. die Auflösung von Säuren, Alkalien und Salzen in liebigen Mengen von Wasser, ob hierbei diese Stoffe m mit einer kleinern Wassermenge zusammengesetzte Atome einer proportionirten Mischung bilden, welche dann vo übrigen Atomen des Wassers umgeben werden, oder wie bleibe vor der Hand unentschieden.

Nach der atomistischen Theorie ist eine chemische V bindung als eine gleichsam ins Feinste gehende Mengung betrachten; es findet dabei eine Nebeneinanderlagerung heterogenen Atome, keine wechselseitige Durchdringung sich verbindenden Stoffe statt. Dennoch erscheint die V bindung homogen; denn die Atome für sich, auch die z sammengesetzten, sind zu klein, als dafs sie einzeln ges werden könnten; das Auge erkennt nur die Massen, die ihrer Zusammenhäufung entstehn, und dieses Aggregat m sich daher dem Auge homogen darstellen.

Es entsteht nun die Frage: Durch welche den hetero nen Atomen innewohnende Kraft werden sie veranlafst, s zu vereinigen? Ist es dieselbe Anziehungskraft, welche s unter andern Umständen als Schwerkraft, Cohäsion und A häsion äufsert? oder ist es eine eigenthümliche Anziehung kraft, die chemische Anziehungskraft oder Affinität? oder es die Elektricität? Alle drei Hypothesen haben, verschi den modificirt, ihre Verfechter gefunden.

Newton äufserte zuerst die Meinung, dafs die chem schen Verbindungen in einer Anziehung ihren Grund haben

Digitized by Google

h war er geneigt, nicht die allgemeine Anziehungskraft, Schwerkraft, sondern andere anziehende und zurückstofsen-Kräfte, die etwa im Cubus der Entfernung abnähmen, hier-vorauszusetzen. Er betrachtete die Säuren als Körper, che in hohem Grade anzögen und wieder angezogen wür-, und nahm an, bei jeder Auflösung hätten die Theilchen ich auflösenden Körpers mehr Anziehung zum Auflösungs-l, als unter sich.

Barchhusen belegte zuerst diese bei den chemischen bindungen wirkende Anziehungskraft mit dem Namen Ver-dtschaft oder *Affinitas*, während sie Bergman als Wohl-iehung, *Attractio electiva*, bezeichnete.

Buffon war der erste, welcher die chemischen Erschei-gen aus der allgemeinen Anziehungskraft abzuleiten suchte. die Stärke der letztern blofs von der Gröfse der auf ein-er wirkenden Massen, nicht von ihrer Natur abhängt, wäh-d sich bei der chemischen Anziehung der Stoffe, je nach r Qualität, eine so grofse Verschiedenheit zeigt, viele sich nicht verbinden, andere mit geringer und andere mit gro-Kraft, so suchte er diese Verschiedenheit durch die An-me zu erklären, dafs die Atome verschiedener Stoffe eine schiedene Gestalt besitzen, dafs je nach dieser Gestalt ihre werpuncte sich mehr oder weniger nähern können und nach, da die Schwerkraft im Quadrate der Entfernung ab-mt, die Anziehung verschieden grofs seyn müsse. Die stalt, welche bei grofsen Körpermassen und grofsen Entfer-gen ganz unbeachtet gelassen werden kann, übt nach ffon bei den so kleinen Atomen und der grofsen Nähe, in lcher sie sich befinden, wegen der mit der Gestalt gegebe-verschieden grofsen Nähe der Schwerpuncte einen bedeu-den Einflufs auf die Gröfse der Anziehung aus.

Auch Bergman hielt es für möglich, dafs die Verschie-heiten, welche sich in der Wirkung der allgemeinen An-hung und der Affinität zeigen, von der Form ihrer Atome d zugleich von ihrer gegenseitigen Stellung herrühren.

Guyton Morveau erkannte an, dafs die Annahme einer schiedenen Gestalt der Atome zur Erklärung der so sehr schiedenen Stärke der chemischen Anziehung nicht aus-iche, sogar mathematisch nicht ausführbar sey. Dennoch

war auch er geneigt, da nach seiner oben beleuchteten An-sicht die Adhäsionsgröſse und die Affinitätsgröſse densel-Gesetzen folgt, die Affinität als eine Aeuſserung der Sch-kraft der Atome zu betrachten und zu hoffen, daſs die ei-thümlichen Abweichungen, die die Affinität zeigt, durch E-deckung neuer Thatsachen ihre Aufklärung finden würden.

Auch Berthollet neigt sich auf die Seite derjenig-welche in der Natur nur *eine* Anziehungskraft annehmen. E-war schon an mehrern Stellen dieses Artikels von Berthol-Lehre die Rede; die wichtigsten Puncte derselben mögen j-doch hier im Zusammenhange folgen.

Wahrscheinlich ist die allgemeine Anziehung die Urs-der chemischen Verbindungen. Sie äuſsert sich bei ihnen v-schieden, weil sie hier nicht auf Massen, sondern auf Mo-cüle wirkt, die sich in groſser Nähe befinden und eine v-schiedene Figur, Cohäsion und Elasticität besitzen. Alle St-haben gegen alle übrige Affinität; sie äuſsern sie aber n-immer, weil oft andere Kräfte, wie Schwerkraft, Coh-und Elasticität, vorherrschen. So ist die Cohäsion des Quar-gröſser, als seine Affinität zum Wasser, daher er sich n-löst, und das Quecksilber nimmt kein Wasserstoffgas auf, w-die Elasticität desselben gröſser ist, als seine Affinität z-Quecksilber. Daher kann Wärme durch Verminderung d-Cohäsion und verstärkter Druck, sofern er der Elasticität e-gegenwirkt, Verbindungen möglich machen, die sonst n-erfolgen würden.

Zwei Stoffe sind vermöge ihrer Affinität an und für s-nach jedem Verhältnisse mit einander verbindbar. Daſs s-von diesem Gesetze häufig Ausnahmen zeigen, rührt von d-Cohäsion und Elasticität theils der einzelnen Stoffe, theils d-nach einem bestimmten Verhältnisse gebildeten Verbind-her. So löst das Wasser nur eine bestimmte Menge Salz, w-am Ende die Cohäsion desselben der Affinität das Gleich-wicht hält; ebenso bewirkt die Elasticität eines Gases, daſs e-nur in einer gewissen Menge vom Wasser verschluckt werd-kann, und die Elasticität des Sauerstoffgases ist der Grun-warum die Metalle nur eine bestimmte Menge Sauerstoff a-nehmen. Wenn ferner die neue Verbindung bei einem ge-wissen Verhältnisse eine besonders groſse Cohäsion besitzt,

Digitized by Google

. B. die von 40 Theilen Schwefelsäure und 76,6 Theilen aryt, so scheidet sie sich aus der wässerigen Lösung aus, fernt sich dadurch aus der chemischen Wirkungssphäre und mmt daher nichts mehr von dem noch überschüssig in der ssigkeit enthaltenen Baryt auf. Wasserstoff und Sauerstoff rbinden sich deshalb immer blofs in dem Verhältnisse, dafs Wasser entsteht (das anderthalbmal schwerere Wasserstoffhyper- d war damals noch nicht bekannt), weil gerade hierbei die rdichtung beider Gase zu einem Liquidum am vollständigsten igt. Dieser Zustand gröfster Cohäsion tritt bei den mei- n Verbindungen der Säuren mit den Salzbasen bei dem rhältnisse ein, bei welchem sie sich wechselseitig am voll- ndigsten neutralisiren; bei den Verbindungen der cohären- n Kleesäure und Weinsäure mit Ammoniak, Kali oder Na- jedoch erst in der sauren Verbindung.

Jeder Stoff hat eine oder einige hervorstechende Affinitä- , z. B. die brennbaren Stoffe gegen Sauerstoff, die Säuren n Alkalien. Die durch solche hervorstechende Affinitäten wirkten Verbindungen zeigen von denen ihrer Bestandtheile abweichende Eigenschaften, und oft zeigt sich hier Aus- ung der früheren Eigenschaften oder Neutralisation; in durch nicht hervorstechende Affinitäten hervorgebrachten bindungen dagegen besitzen die Bestandtheile noch die Ei- chaften, die von ihren hervorstechenden Affinitäten ab- gig sind.

Die Affinitäten, auch die hervorstechenden, sind bei ver- denen Stoffen verschieden grofs. Je weniger ein Stoff ucht, um von einem andern neutralisirt zu werden, desto ser ist die wechselseitige Affinität (V. d). Da z. B. (nach neuern genauern Bestimmungen) 47,2 Theile Kali 40 Theile wefelsäure zur Neutralisation brauchen und 54 Theile Sal- tersäure, so verhalten sich umgekehrt die Affinitäten der wefelsäure und der Salpetersäure zum Kali $= 54:40$. Es mmt aber bei den chemischen Wirkungen nicht blofs die nitätsgröfse der Stoffe in Betracht, sondern auch die Menge, welcher sie einwirken. Nimmt man z. B. nach Obigem an, Affinität eines Molecüls Kali zu einem Molecül Schwe- säure betrage 54 und die zu einem Molecül Salpetersäure 0, und setzt den Fall, dafs auf je 1 Molecül Kali 1 Mole- ül Schwefelsäure und 3 Molecüle Salpetersäure zugleich ein

Digitized by Google

wirken, so ist die Kraft, mit welcher sich die Schwefels das Kali anzueignen sucht, = 1.54 und die der Salpeters = 3.40 = 120. Dieses Product der Affinitätsgröfse in Menge des einwirkenden Stoffes nennt BERTHOLLET die *mische Masse.* Es nimmt daher die chemische Kraft e Stoffes mit seiner Menge in geradem Verhältnisse zu, und mit geringerer Affinität begabter Stoff kann, wenn seine M gröfser ist, anderen mit gröfserer Affinität begabten Stoffen, in kleinerer Menge vorhanden sind, das Gleichgewicht h oder sie sogar übertreffen. Kommt ein Stoff A mit den Stoffen B und C, welche sich beide mit A zu verbinden streben, in Berührung, so verbindet er sich nicht ausschl lich mit demjenigen, der die gröfste Affinität besitzt, wenn dessen Menge zur Sättigung von A hinreicht, wie ses sonst allgemein angenommen wird, auch nicht ausschli lich mit demjenigen, der mit der gröfsten chemischen M einwirkt, sondern er vertheilt sich unter beide im Verhält ihrer chemischen Masse. Wenn daher in dem eben ange menen Falle auf je 1 Molecül Kali 1 Molecül Schwefels und 3 Molecüle Salpetersäure wirken, so vereinigen sich, die chemische Masse der Schwefelsäure = 1.54 und di Salpetersäure = 3.40 = 120 ist, $\frac{54}{174}$ des vorhandenen K mit der Schwefelsäure und $\frac{120}{174}$ mit der Salpetersäure. Di Erfolg tritt ein, es werde das Kali einem Gemische von Sch fel- und Salpetersäure nach dem genannten Verhältnisse d geboten, oder das schwefelsaure Kali der Salpetersäure, das mit überschüssiger Salpetersäure verbundene Kali Schwefelsäure.

Von diesem Gesetze, dafs sich ein Stoff zwischen z anderen, die sich seiner zu bemächtigen streben, im Verh nisse ihrer chemischen Massen theilt, tritt nur dann eine A nahme ein, wenn bei dergleichen Conflicten eine Aender des Aggregatzustandes vor sich geht, welche theils durch Cohäsion, theils durch die Elasticität bald eines der ein kenden Stoffe, bald einer sich erzeugenden Verbindung h vorgebracht wird. In solchen Fällen kann sich A ausschlie lich mit B oder mit C vereinigen. Einige Beispiele mögen d Einflufs der genannten Kräfte deutlicher machen.

Ein Fall, wo die Cohäsion eines der einwirkenden St bewirkt, dafs sich A ausschliefslich mit C vereinigt, ist fo

Digitized by Google

Bringt man zu in Wasser gelöster schwefelsaurer -de Ammoniak, so theilt sich zuerst die Schwefelsäure m beiden Basen im Verhältnisse ihrer chemischen Masse; iber hierdurch die Alaunerde einen Theil ihrer Schwe- verliert, so reicht die übrige Säure nicht hin, alle de gelöst zu erhalten; ein Theil derselben fällt daher und tritt so aus der Sphäre der gemeinschaftlichen nkeit; da hiermit die Menge der noch in der Auflö- findlichen Alaunerde und damit auch ihre chemische verringert ist, so kann ihr das Ammoniak wieder einen ler Schwefelsäure entziehn, wodurch wieder ein Theil unerde ausgeschieden, die Menge der gelöst bleibenden de und somit auch ihre chemische Masse verringert wird, das Ammoniak wieder Schwefelsäure entzieht und auf Veise so lange fortwirkt, bis es sich aller Säure be- ;t und alle Alaunerde niedergeschlagen hat. Diese suc- n Zersetzungen folgen sich so rasch, daſs die totale ung in einem einzigen Augenblicke hervorgebracht worden scheint. Auf dieselbe Weise kann die Elasticität eines die vollständige Zersetzung veranlassen: fügt man zu ser gelöstem kohlensaurem Kali Salzsäure, so theilt sich li anfänglich zwischen beide Säuren; die hierbei gebil- erbindung von einem Theil des Kali's mit sämmtlicher säure läſst jedoch einen Theil der nun weniger innig lenen Kohlensäure als Gas entweichen und sich somit r Sphäre der Wirksamkeit entfernen; damit nimmt die che Masse der Kohlensäure ab, die Salzsäure entzieht e neue Menge Kali, veranlaſst die Entwickelung einer Menge Kohlensäure, und so wiederholt sich dieses, wie rigen Falle, bis alles Kali an die Salzsäure getreten und ohlensäure entwickelt ist.

benso kann die Cohäsion oder Unauflöslichkeit der neuen ndung die Ursache der vollständigen Zersetzung seyn. man eine Auflösung von Baryt in Wasser mit einem ch von Schwefelsäure und Salpetersäure in einem sol- Verhältnisse zusammen, daſs auf je 1 Molecül Baryt 1 cül Schwefelsäure und 3 Salpetersäure kommen, so ver- sich anfangs der Baryt zwischen den beiden Säuren nach lben Verhältnisse, wie nach der obigen Auseinander- ng das Kali; während jedoch das Kali mit beiden Säuren

Digitized by Google

lösliche Salze bildet, welche neben einander in der Flüs-
keit bleiben, fällt der Theil des Baryts, welcher von
Schwefelsäure aufgenommen wurde, in Verbindung mit
Theile derselben als unlösliches Salz nieder, was som
der Wirkungssphäre tritt. Es bleibt nun in der Flüssi
aufser der Verbindung von Baryt mit Salpetersäure der T
der Schwefelsäure, welcher von dem niederfallenden sch
felsauren Baryt nicht aufgenommen werden konnte. D
freie Schwefelsäure entzieht dem salpetersauren Baryt im V
hältnisse der chemischen Massen eine neue Menge Baryt, w
che aber sogleich wieder mit einer angemessenen M
Schwefelsäure als unlösliches Salz niederfällt; hiermit w
wieder Schwefelsäure frei, welche wieder der Salpeter
Baryt entzieht, und so geht diese wiederholte Entziehung
Fällung so lange fort, bis aller Baryt als schwefelsaurer
dergefallen und die Salpetersäure in freier Gestalt übrig
Hiermit hängt auch das oben betrachtete Berthollet'sche G
zusammen. Berthollet nimmt an, dafs beim Zusa
bringen von 2 Salzen, deren Säuren sowohl als Basen
schieden sind, jedesmal 4 Salze entstehn; so liefert nach
eine Auflösung von salpetersaurem Kali mit einer Auflö
von schwefelsaurem Natron ein Gemisch, welches noch
Theil dieser Salze im unzersetzten Zustande enthält und
neben salpetersaures Natron und schwefelsaures Kali. In
Regel erhält man also 4 Salze; blofs wenn eines der neu
standenen Salze unlöslich ist, erfolgt vollständige Zersetz
der 2 alten Salze. So giebt schwefelsaures Natron mit sal
tersaurem Baryt zwar anfangs auch 4 Salze, nämlich sch
felsaures und salpetersaures Natron und salpetersauren
schwefelsauren Baryt. Jedoch das eine derselben, das schw
felsaure Baryt, fällt als unlöslich nieder; es zersetzt sich
um das Gleichgewicht zwischen den chemischen Kräften
ihren Producten herzustellen, eine neue Menge schwefels
Natron und salpetersaurer Baryt, weil aber der somit neu
zeugte schwefelsaure Baryt sogleich wieder niederfällt und
der Wirkungssphäre tritt, so geht die Zersetzung fort, bis
ler Baryt an die Schwefelsäure und alles Natron an die S
petersäure getreten ist. Folgender Fall zeigt endlich, wie
Elasticität der neuen Verbindung eine vollständige Zersetz
veranlassen kann. Beim Glühn von Eisenoxyd mit Kohle sch

Digitized by Google

.. der Sauerstoff zwischen dem Eisen und dem Kohlenstoff .. Verhältnisse ihrer chemischen Masse theilen; weil aber .. an den Kohlenstoff tretende Sauerstoff Kohlenoxyd bildet, ..ches als Gas entweicht, und somit aus der Wirkungssphäre .., so entzieht die zurückbleibende Kohle dem Eisen im.. wieder neue Mengen Sauerstoff, bis es völlig zu Metall .. ist.

..ch dieser Darlegung der Hauptzüge der Berthollet'schen .. möge eine kurze Beurtheilung derselben folgen.

1) Durch diese Lehre ist keineswegs die Identität der ..meinen Anziehungskraft und der Affinität erwiesen. Ber..llet nimmt selbst an, wie es die Erfahrung lehrt, dafs .. jeder Stoff gegen jeden andern eine gleich grofse Affi..habe; er schreibt den einzelnen Stoffen theils schwächere ..täten gegen gewisse Stoffe, theils vorherrschende gegen .. zu und nimmt an, dafs auch letztere bei den verschie..n Stoffen nicht gleich seyen. Wäre nun unter Affinität ..Schwerkraft der einzelnen Molecüle gegen einander zu ver.., so müfste die Anziehung oder Affinität eines Stoffes .. jeden andern bei gleicher Gewichtsmenge gleich seyn; .. bei der Schwerkraft kommt es nicht auf die Qualität ..toffe, sondern nur auf ihr Gewicht an. Es ist wenigstens ..ch Berthollet nicht nachgewiesen worden, inwiefern bei ..Schwerkraft der Molecüle gegen einander ihre Qualität ei..besondern Einflufs üben und dadurch die Gesetze der all..einen Anziehung modificiren kann.

2) Berthollet war noch unbekannt mit der erst in ..rer Zeit vollständiger begründeten Stöchiometrie. Indem ..her annahm, zwei Stoffe könnten sich nach allen Verhält..n vereinigen, suchte er die Erfahrung, dafs die Vereini.. meistens nur nach wenigen bestimmten Verhältnissen er.., daraus zu erklären, dafs gerade bei diesen Verhältnis..die Cohäsion oder die Verdichtung oder die Elasticität der ..ndung am bedeutendsten sey. Diese Erklärung erscheint ..nügend und gezwungen. Man sieht nach ihr z. B. nicht .. warum sich Chlorgas und Wasserstoffgas blofs nach einem ..igen Verhältnisse verbinden, bei welchem sie ohne alle ..ichtung und Ausdehnung das salzsaure Gas erzeugen. Hier .. also weder die Cohäsion, noch die Verdichtung, noch Elasticität, wodurch die Verbindung blofs nach diesem

Verhältnisse erklärlich wird. Berthollet's Anhänger w[...] zwar sagen, dafs sich beide Gase ja nach allen Verhält[...] mischen lassen, hier also keineswegs ein einziges Verbin[...] verhältnifs statt finde. Sie müssen aber dann wenigste[...] geben, dafs salzsaures Gas, zu welchem man noch mehr [...] gas fügt, gelb erscheint, nach Chlor riecht, entfärbend [...] und an Quecksilber dieses Chlor abtritt, dafs also diese[...] schüssige Chlor, wenn es je chemisch gebunden seyn [...] was jedoch nach der früher gegebenen Auseinandersetzu[...] verneinen ist, doch bei weitem schwächer gebunden ist, [...] das im salzsauren Gase enthaltene, und sie können [...] nicht erklären, warum der Wasserstoff so viel Chlor, wi[...] Bildung von Salzsäure nöthig ist, höchst innig bindet [...] den Ueberschufs desselben so gut wie gar nicht. Ä[...] lich verhält es sich mit einem Gemenge von salzsaur[...] Wasserstoffgas. Ebenso hob Proust gegen Berth[...] hervor, dafs sich die meisten Metalle mit Sauerst[...] Schwefel theils nur nach einem, theils nach zwei be[...] Verhältnissen vereinigen, und dafs in der Regel kein [...] gang vom Minimum zum Maximum der Verbindung st[...] det, und seine genauen analytischen Arbeiten gaben, [...] selbst noch unbewufst, einen wesentlichen Beitrag zur [...] gründung der atomistischen Lehre. Durch diese erklärt [...] nunmehr Alles einfach aus der Annahme, dafs die Atom[...] verschiedenen Stoffe das Bestreben haben, sich nur nach [...] nigen, einfachen Zahlenverhältnissen zu vereinigen.

3) Am meisten im Widerstreit mit der gewöhnliche[...] sicht ist die Behauptung Berthollet's, dafs, wenn si[...] Stoffe B und C gleichzeitig den Stoff A anzueignen [...] ben, dieser nicht ausschliefslich an den mit der gröfsten [...] nität begabten tritt, wenn auch dessen Menge zur Auf[...] von A hinreicht, sondern sich zwischen B und C im Ve[...] nifs ihrer chemischen Masse theilt. Diese Behauptung h[...] in solchen Fällen einen Schein von Wahrheit, wenn di[...] einander wirkenden Stoffe in einer Flüssigkeit, wie W[...] enthalten und wenn sowohl sie als auch ihre möglichen [...] bindungen leicht darin löslich sind. Welche Verbindung[...] einem solchen flüssigen Gemische vorkommen, ob AB [...] freies C, ob AC und freies B oder ob AB und AC, [...] [B]erthollet will, ist in den meisten Fällen nicht direct na[...]

Digitized by Google

wiesen. Fügt man z. B. zu in Wasser gelöster salpetersaurer Bittererde Schwefelsäure, so entsteht nach der gewöhnlichen Ansicht schwefelsaure Bittererde und die Salpetersäure frei; aber man kann es nicht sehn; beide Körper bleiben im Wasser zu einem Ganzen gelöst. Wollte man nun auch den Beweis führen, dafs man das Gemisch erkältete, schwefelsaure Bittererde anschiefst, so würde dieses, selbst wenn sie sich vollständig ausschiede, was aber nicht der Fall ist, nichts gegen Berthollet's Lehre beweisen, denn nach ihr wird durch die in der Kälte zunehmende Cohäsion der schwefelsauren Bittererde, welche damit aus der Wirkungssphäre tritt, die oben angegebene Ausnahme von der Regel hervorgebracht. Nach Berthollet gelten ja alle die Fälle, wo ein einzelner Stoff oder eine Verbindung entweder in fester oder in elastischer Gestalt aus der Flüssigkeit ausscheidet, blofs als Ausnahmen von der Regel, durch Cohäsion oder Elasticität bewirkt, und blofs da, wo keine Ausscheidung besteht und durch die Sinne nicht wohl etwas zu ermitteln ist, findet die Regel statt, d. h. Vertheilung von A zwischen B und C nach ihrer chemischen Masse.

Uebrigens führt Dumas einen Versuch von Thénard an, welcher beweist, dafs diese Regel selbst in flüssigen Gemischen wenigstens nicht allgemein gültig seyn kann. Die Boraxsäure färbt Lackmus nicht so lebhaft roth, wie die Schwefelsäure. Fügt man nun zu einer wässerigen Lösung des schwefelsauren Natrons Boraxsäure, so müfste diese, wiewohl sie viel schwächer ist, als die Schwefelsäure, dieser nach Berthollet etwas Natron entziehn und dadurch etwas Schwefelsäure frei machen. Dennoch röthet dieses Gemisch Lackmus nur so schwach, wie es die Boraxsäure thut; man braucht aber nur einige Tropfen Schwefelsäure hinzuzufügen, um ihm die der Schwefelsäure zukommende lebhafte Röthung des Lackmus mitzutheilen. Also theilt sich das Natron nicht zwischen der Schwefel- und Boraxsäure im Verhältnifs ihrer chemischen Masse, sondern sämmtliches Natron bleibt mit der stärkeren Schwefelsäure verbunden. Ganz ähnlich, wie die Boraxsäure, verhalten sich nach Dumas die Hydrothion- und die Kohlensäure gegen das schwefelsaure Natron. Ebenso fand ich Folgendes. Lackmustinctur wird durch wässeriges Chlor augenblicklich entfärbt, durch wässeriges Iod erst nach mehreren Tagen.

Schüttelt man Iod mit wässerigem Chlornatrium, so lö
sich mit pomeranzengelber Farbe auf. Die Lösung m
nach BERTHOLLET Chlornatrium mit überschüssigem Chl
Iodnatrium mit überschüssigem Iod enthalten und d
überschüssige Chlor müßte sie die Lackmustinctur ent
Allein sie giebt damit nur ein grünes Gemisch (aus dem
der Lösung und dem Blau der Tinctur erzeugt), welches
beim Zusatz einer Spur Chlor gelb wird.

Versuche anderer Art, bestimmt, das Unwahrscheinl
von BERTHOLLET's Ansichten zu zeigen, wurden von P
angestellt. Er zeigte, daſs weinsaurer Kalk und klee
Bleioxyd bei Gegenwart von Wasser durch eine solche M
von Schwefelsäure, die genau zur Sättigung der Basi
reicht, vollständig in schwefelsaures Salz und reine W
oder Kleesäure zersetzt werden. Da der weinsaure Kalk
weniger in Wasser löslich ist, als der schwefelsaure Kal
da das kleesaure und das schwefelsaure Bleioxyd ungefä
che Unlöslichkeit zeigen, so sollten sich die Basen z
den beiden Säuren theilen. BERTHOLLET[2] erklärt di
ständige Zersetzung des weinsauren Kalkes aus dem Um
daſs derselbe durch die bei der Theilung überschüssig we
Weinsäure leicht in Wasser löslich werde, daher der co
tere schwefelsaure Kalk vorzugsweise entstehen müsse,
ebenso erklärt er auch die Zersetzung des kleesauren
oxyds aus seiner Löslichkeit in der überschüssig werd
Kleesäure und in der Schwefelsäure, wiewohl die Lösl
in der Kleesäure höchst unbedeutend ist und eine Au
des kleesauren Bleioxyds in der Schwefelsäure nicht wo
dacht werden kann.

Betrachten wir ferner solche Fälle, wo sowohl B a
welche auf A wirken, entweder beide fest oder beide g
mig sind. Bekanntlich zersetzt das Eisen das Chlorsilb
Gegenwart von Wasser mit Leichtigkeit in Chloreisen,
ches sich löst, und in metallisches Silber. Nach BERTHOL
Lehre müſste das Chloreisen durch das Silber zersetzt
den, sowohl, weil das Eisen cohärenter ist, als das Silbe
vorzüglich, weil das Chloreisen in Wasser löslich ist,

---

1 Ann. de Chim. T. LXXVII. p. 266.
2 Ebend. p. 288.

Digitized by Google

silber nicht. Wenn Silber und Eisen zugleich auf wäs-
ges Chlor wirken, so mufs zuerst nach BERTHOLLET's
eine der chemischen Masse der beiden Metalle ange-
ene Menge von Chlorsilber und von Chloreisen entstehn.
aber ersteres als unauflöslich aus der Wirkungssphäre her-
, so mufs das noch unverbundene Silber auf das ge-
und gelöste Chloreisen so lange wirken, bis es sämmt-
Chlor aufgenommen hat; aber gerade der entgegengesetzte
tritt ein. Auch bedarf es zu der Zersetzung des Chlorsilbers
des geringsten Ueberschusses von Eisen, durch welchen
dessen chemische Masse unverhältnifsmäfsig vergröfsert
. So haben auch GAY-LUSSAC's Untersuchungen ge-
, dafs ein in Wasser unlösliches Metalloxyd ein anderes
einer Auflösung in Säuren völlig niederschlagen kann, z. B.
oxyd oder Kupferoxyd das Eisenoxyd, Quecksilberoxyd oder
oxyd, wenn sie nur in solcher Menge angewandt werden,
eben zur Sättigung der Säure hinreichen. Allerdings reifst
häufig das niederfallende Oxyd einen Theil der Säure mit
nieder, ein basisches Salz bildend, und dieses dient den
Anhängern der Berthollet'schen Lehre zur Ausflucht.
Auch ist bereits oben herausgehoben worden, dafs die
säure den kohlensauren Kalk selbst unter einem Drucke
, bei welchem die Kohlensäure tropfbar-flüssig wird;
diesen Umständen sollte nach BERTHOLLET's Lehre, da
salzsaure Kalk löslich, der kohlensaure unlöslich ist und
die Kohlensäure als in geringerer Menge den Kalk sätti-
eine gröfsere Affinität zum Kalk haben mufs, als die
säure, umgekehrt die Kohlensäure den salzsauren Kalk
setzen. Ebenso wurde oben gezeigt, dafs die schweflige
, welche eine geringere Elasticität besitzt, als die Salz-
, da sie zur Liquefaction eines geringeren Drucks bedarf,
die mit Kalk ein unlösliches Salz bildet und nach BER-
THOLLET's Lehre eine gröfsere Affinität gegen ihn haben mufs
(28,5 Theile Kalk 36,4 Theile Salzsäure und nur 32 Theile
schweflige Säure zur Sättigung bedürfen), dafs diese schwef-
lige Säure nach BERTHOLLET's Lehre den salzsauren Kalk
setzen müfste, während gerade das Gegentheil statt findet.
Die Erfolge sind also ganz dem entgegen, was zufolge der
Elasticität der Bestandtheile und der Cohäsion der Verbindun-
gen nach BERTHOLLET's Lehre eintreten sollte, und sie kön-

Digitized by Google

nen, da hier alle die sonst beliebten Ausflüchte wegfallen, eine totale Widerlegung derselben gelten.

In der Lehre von den reciproken Affinitäten sind m Fälle betrachtet worden, welche zwar für die Bertholl Lehre zeugen sollen, es aber, wie gezeigt wurde, nur sch thun und einer andern Auslegung fähig sind, namentlich Zersetzung des in Weingeist gelösten essigsauren Kali's d Kohlensäure. Die Berthollet'sche Ansicht von der Verth eines Stoffes zwischen zwei andere im Verhältnisse ihrer ch schen Masse ist, da sie unendlich viele Verbindungen jedem Verhältnisse annimmt, weniger einfach, als die gew liche Lehre, nach welcher sich der Stoff ausschliefsli denjenigen begiebt, welcher die gröfste Affinität besitzt, welche Lehre man, da sie vorzüglich durch Bergman wickelt wurde, als die Bergman'sche btzeichnen kann. B tholLet's Lehre von der Vertheilung ist durch nichts sen, denn sie erscheint blofs in solchen Fällen mögli welchen sich, weil Alles in einer tropfbaren Flüssigkei ist, über den Zustand der Verbindungen meistens üb nichts entscheiden läfst; aber auch hier ist sie durch ei oben angeführte Thatsachen widerlegt. Berthollet le wenig Gewicht auf die Affinitätsgröfse und zu viel a Menge der Stoffe, durch welche die Affinitätsgröfse soll e werden können; aber jeder Ueberschufs des Stoffes B üb Menge hinaus, welche der Stoff A aufzunehmen verma als ganz wirkungslos zu betrachten und der Einflufs der M ist auf enge Grenzen beschränkt, wie dieses in der Lehr den reciproken Affinitäten entwickelt wurde. Ein Atom k lenstoff wird 2 Atome Sauerstoff mit schwächerer Kraft ziehn, als es 2 Atome Kohlenstoff thun, wo sich im e Falle Kohlensäure, im letzteren Kohlenoxyd erzeugt; aber als 2 Atome Kohlenstoff, z. B. 100 Atome, werden nicht wirken, als 2. Ebenso räumt Berthollet der Cohäsion der Elasticität einen Einflufs ein, der, wie die vorge Thatsachen und Betrachtungen zeigen, ungebührlich hoch geschlagen ist. Er bedurfte desselben, um in den Fällen, vollständige Ausscheidung erfolgt, was nach seiner Lehre Ausnahme von der Regel ist, dagegen nach der gewöhnlic Ansicht das Gesetzmäfsige, eine plausible Erklärung von d ser vermeintlichen Abweichung zu geben. Diefs nöthigte

…, einen schwer- oder unlöslichen Körper als aufserhalb der …ungssphäre liegend zu betrachten, da er doch an allen …en, wo er die Flüssigkeit berührt, auf dieselbe einwir… mufs. Immer bleibt BERTHOLLET das grofse Verdienst, …finitätslehre scharfsinnig geprüft und von einer neuen … betrachtet und auf den Einflufs der Cohäsion und Ela… bei den Affinitätsäufserungen die Aufmerksamkeit ge… zu haben.

THOMSON[1] ist ebenfalls geneigt, die Affinität als eine be… Aeufserung der allgemeinen Anziehungskraft anzusehn, … neue Gründe dafür anzugeben. FOURCROY[2] läfst die … unentschieden. Die meisten neueren Chemiker über… die Frage und nehmen wenigstens stillschweigend die …tät als eine besondere Kraft an, welche Ansicht vor der … als die richtigere gelten möchte. So lange man wenig… von der allgemeinen Anziehungskraft, wie sie sich als …tation äufsert, festsetzt, dafs sie nur im Verhältnifs der …en wirke und dafs die Qualität der Materien auf die … dieser Anziehungskraft keinen Einflufs ausübe, so ist … schwer[3], die Erscheinungen der Cohäsion und Adhä… und unmöglich, die der Affinität auf diese allgemeine …hungskraft zurückzuführen. Bei den chemischen Erschei… bestimmt vor allen Dingen die Qualität der Materie …istenz und die Stärke der Anziehungskraft, und dieses … nicht durch die Quantität ersetzt werden. Dazu kommt …, dafs man auch den unwägbaren Stoffen, welche den …zen der Gravitation nicht unterworfen sind, Affinität in … Grade zuschreiben mufs. Daher ist es am zweckmä…sten, die Affinität als eine eigenthümliche Kraft gelten zu …, es müfste denn dereinst nachgewiesen werden, dafs … bei der allgemeinen Anziehung die Qualität der Stoffe in …acht kommt und dafs die bis jetzt sogenannten Impondera… entweder doch Gewicht besitzen, oder dafs die bis jetzt …ffinitätsäufserungen derselben erklärten Erscheinungen auf … andere Weise zu verstehn sind.

Wenden wir uns nun zu den verschiedenen *elektroche-*

1 Syst. de chimie, trad. par RIFFAULT. Paris 1818. T. III. p. 2.
2 Syst. des connoiss. chimiq. T. I. p. 84.
3 S. Art. *Cohäsion*. Bd. II. S. 117.

Digitized by Google

mischen Theorieen. Ihnen liegt meistens die Ansicht zu Grun-de, dafs durch die Vereinigung der beiden entgegengesetzten Elektricitäten Wärme gebildet wird. Sie unterscheiden sich vorzüglich dadurch, dafs sie theils eine gemeinschaftliche Grundkraft annehmen, die sich bald als elektrische, bald als chemische Kraft äufsert, theils annehmen, bei den chemischen Verbindungen seyen die elektrischen Anziehungen und die Affinitäten der wägbaren Stoffe zugleich thätig, theils die Mitwirkung der Affinitäten wägbarer Stoffe hierbei leugnen und die chemischen Erscheinungen blofs von der Anziehung der Elektricitäten gegen einander, die dann immer noch als eine Affinität zu betrachten seyn möchte, ableiten.

H. Davy[1] sagt: „Körper, welche, wenn sie vermöge ih-„rer kleinsten Theile wirken, chemische Erscheinungen her-„vorbringen, äufsern, wenn sie als Massen wirken, elektri-„Wirkungen; es ist daher nicht unwahrscheinlich, dafs die „erste Ursache beider dieselbe seyn könne und dafs die „Anordnung der Materie oder dieselben anziehenden Kr-„welche die Körper in die Verhältnisse von positiv- und „gativ-elektrisch versetzen, d. h. welche machen, dafs „einander elektrisch anziehn und dafs sie anderen Mat-„anziehende Kräfte mittheilen, gleichfalls ihre Theilchen „ziehend machen und sie in den Stand setzen können, ch-„sche Verbindungen einzugehn, wenn sie Freiheit der Be-„gung haben. Es spricht sehr zum Vortheil dieser Hypoth-„dafs Wärme und zuweilen Wärme und Licht von der Ä-„fserung beider, sowohl elektrischer als chemischer, anzieh-„der Kräfte resultiren und dafs, wenn man die Elektri-„der Körper, welche bei der Berührung in dem Verhältn-„von positiv-elektrischen Körpern zu andern stehn, verst-„man gleichfalls ihre Kräfte, chemische Verbindungen ein-„gehn, verstärkt, während, wenn man sie in einen Zust-„welcher dem negativ-elektrischen correspondirt, versetzt, „Kräfte zur chemischen Veränderung zerstört werden." Da-fügt hinzu, dafs er keineswegs meine, dafs chemische V-änderungen durch elektrische Veränderungen veranlafst w-den, sondern dafs beide Erscheinungen als *verschiedene*

1 Elem. des chem. Theils der Naturwissenschaft. Berlin 181 S. 144.

trachten seyen, wiewohl durch *dieselbe Kraft* erzeugt, die einen Falle durch die Massen, im andern durch die kleinen Theile wirkt.

DUMAS entwickelt diese Ansicht von DAVY folgendermafsen. pfer und Schwefel, mit einander in Berührung, laden sich ktrisch; beim Erwärmen derselben steigt die Ladung bis zu Maximum; die in den beiden Körpern angehäuften entgegesetzten Elektricitäten erhalten eine solche Spannung, s sie sich verbinden; hiermit erfolgt unter Verschwinden elektrischen Spannung Wärmeerzeugung und Verbindung beiden Körper. Die Cohäsion hält die Theile eines gleichigen Körpers zusammen, aber die Berührung von zwei unchartigen, wie Kupfer und Schwefel, entwickelt eine neue , die Elektricität, welche die gleichartigen Theile der Körper zu isoliren und den ungleichartigen zu nähern t, und zwar um so mehr, je entgegengesetzter ihre Natur bei einem gewissen Puncte überwindet die elektrische ft die Cohäsion, es trennen sich die gleichartigen und verden sich die ungleichartigen Theilchen, worauf die Materie der unter die Gesetze der allgemeinen Anziehung oder Coon zurück tritt.

GROTTHUSS[1] bemerkt gegen DAVY's Theorie, dafs das ktrische Verhalten der sich in Masse berührenden Körper ht immer in Verhältnifs stehe mit dem elektrischen Verhal ihrer in chemischer Wechselwirkung begriffenen Elementheile, dafs sich z. B. die Kohle bei der Berührung elektrotiver zeige, als alle Metalle, während sie doch eine viel ssere Affinität zum Sauerstoff habe, als die meisten derselben; s ferner Körper, die keine oder geringe Affinität gegen einder haben, bei der Berührung oft mehr Elektricität entckeln, als mit starker Affinität gegen einander begabte. Auf inen Fall könne daher die Elektricität das Bedingende der mischen Erscheinungen seyn.

Nach AMPÈRE[2] haben die Atome eines Stoffs eine constante Elektricität, von welcher sie sich nicht zu trennen vergen. Um jedes derselben bildet sich eine Hülle von entgegengesetzter Elektricität, welche durch die des Atoms in

---

1 Phys. chem. Forschungen Th. I. S. 45.
2 Poggendorff's Ann. II. 185.

der Entfernung gebunden wird. Jedes Atom Wasserstoff e. hält positive Elektricität innig gebunden und ist mit ein Hülle von negativer umgeben; umgekehrt verhält es sich den Sauerstoffatomen. Bei der Verbindung des Wassers mit dem Sauerstoff vereinigen sich ihre elektrischen Atmos ren zu Feuer und die Atome vereinigen sich vermöge ih entgegengesetzt elektrischen Zustandes innig zu Wasser. der Zersetzung dieser Verbindung durch die Volta'sche S umhüllen sich die Atome wieder mit den entgegengesetz Elektricitäten und stofsen sich ab. Bei dieser Ansicht fin sich folgende, von Dumas hervorgehobene, Schwierigkeit: Schwefel entwickelt Feuer bei seiner Verbindung sowohl Sauerstoff als mit Kupfer; im erstern Falle müfste seine el trische Hülle negativ seyn, um mit der positiven des Sa stoffs Feuer zu erzeugen, im letztern positiv, da die el sche Hülle des Kupfers, welches mit Sauerstoff ebenfalls F erzeugt, negativ seyn mufs.

Nach Ferré[1] verbinden sich zwei Stoffe, sofern eine positive, der andere negative Elektricität enthält, w sich wechselseitig anziehn. Aber bei der Verbindung der z Stoffe vereinigen sich die beiden Elektricitäten nicht (bleibt die Wärmeentwickelung unerklärt), denn sonst wür die Stoffe durch nichts mehr zusammengehalten werden, s dern die Elektricitäten bleiben bei den Atomen beider S und in wechselseitiger Spannung. Auch hier findet die so e mitgetheilte Einwendung von Dumas ihren Platz.

Schweigger[2] scheint der Erste gewesen zu seyn, w cher annahm, die Körpertheilchen enthielten in ihren P die entgegengesetzten Elektricitäten, aus welcher Annahme nicht nur die Erscheinungen der Affinität, sondern auch der Cohäsion, Adhäsion und Elasticität zu erklären sucht. N seiner *krystallelektrischen Theorie* besteht alle wägbare M rie aus krystallisch geformten Theilchen, den *krystallinisc Differentialen* (welche er jedoch nicht mit den Atomen v wechselt wissen will), welche gleich dem erwärmten Tur

1 Ann. de chim. et phys. T. XXVIII. p. 417.

2 Schweigger's Journ. V. 49. VI. 250. VII. 302. 515. VIII. 3 XI. 54. 330. 435. XIV. 510. XXV. 158. XXXIX. 214. XL. XLIV. 79. LII. 67.

Digitized by Google

oder Boracit mit entgegengesetzt elektrischen Polen ver-
n sind. Je nach der Form eines solchen Differentials be-
gt die Zahl der Pole 2 (bei gewissen Säulen), 6 (bei einem
aeder), 8 (bei einem Würfel), 12 (bei einer sechsseitigen
ule), so dafs sich die Axen der Pole im Mittelpuncte des
ferentials durchschneiden. So lange ein Körper fest ist,
halten die Pole seiner Differentiale die entgegengesetzten
ktricitäten, welche durch ihre wechselseitige Anziehung die
häsion des Körpers zuwege bringen. Bei den elektropositi-
n Stoffen, wie Metallen und Salzbasen, halten die positi-
n Pole mehr Elektricität, als die negativen; bei den elek-
negativen Stoffen, wie Sauerstoff, Säuren, verhält es sich
gekehrt. Im tropfbaren Zustande eines Körpers ist elektri-
e Indifferenz der Differentialpole eingetreten, daher die
ichte Verschiebbarkeit; in einem elastisch-flüssigen Körper
ben alle Pole einerlei Elektricität, daher sich die Differen-
le abstofsen. Die chemische Verbindung erfolgt, indem sich
e entgegengesetzten elektrischen Pole der heterogenen Diffe-
tiale anziehn. Je nach der Polzahl, die ein Differential
t, kann es eine verschiedene Zahl heterogener Differentiale
sich binden, daher die Verbindungen nur nach wenigen
d bestimmten Verhältnissen erfolgen.

Die bei weitem am vollständigsten und consequentesten
sgeführte elektrochemische Theorie, die deshalb auch einer
nauern Prüfung fähig ist und diese sowohl wegen der Be-
ruhmtheit ihres Urhebers, als wegen des allgemeinen Ein-
ngs, den sie in der chemischen Welt gefunden hat, am
isten erheischt, ist die *elektrochemische Theorie* von Ber-
lius[1]. Derselbe trennt die Verbindungen, welche im Vor-
rgehenden alle als chemische betrachtet wurden, in zwei
assen. Zu der ersten gehören die Auflösungen fester Kör-
r in Flüssigkeiten, welche unter Temperaturerniedrigung er-
lgen und bei welchen die sich verbindenden Körper nichts
n ihrer elektrochemischen Reaction einbüfsen, z. B. Salz
d Wasser. Diese Verbindungen leitet Berzelius von einer
ecifischen Verwandtschaft ab, da nicht alle feste Körper in
len Flüssigkeiten gleich löslich sind. Er nimmt an, dafs,
chdem die Cohäsion des festen Körpers durch eine unbe-

1 Lehrbuch der Chemie 1835. Th. V. S. 46.

Digitized by Google

kannte Modification der Affinität zerstört worden ist, die Ato-
me dieses Körpers sich in der Flüssigkeit vertheilen und nicht
blofs ihre Poren ausfüllen, sondern sie auch unter Volumen-
vermehrung erweitern, bis nach vollkommener Mischung jedes
Atom eines festen Körpers von einer gleichen Zahl Atome ei-
nes flüssigen umgeben ist.

Zu der zweiten Classe rechnet Berzelius diejenigen Ver-
bindungen, welche er als die eigentlich chemischen oder elek-
trochemischen betrachtet und worunter alle Verbindungen zu
verstehn sind, die in diesem Artikel als die innigern chemi-
schen Verbindungen angesehn wurden. Diese erzeugen sich
nach Berzelius nicht vermöge einer Affinität zwischen den
sich verbindenden wägbaren Stoffen, sondern vermittelst der
ihnen anhaftenden Elektricitäten. Das Atom eines jeden Stoffs
hat zwei elektrische Pole; jedoch die in ihnen vorhandenen
entgegengesetzten Elektricitäten sind sich nicht gleich; im
Atome mancher Stoffe hält der eine Pol mehr negative Elek-
tricität, als der andere Pol positive hält, und bei andern Stof-
fen verhält es sich umgekehrt. Es zeigt sich daher in den
Atomen eine elektrische Einseitigkeit, eine specifische Unipo-
larität, der Unipolarität Erman's analog. Sonach zerfallen die
Elemente in elektronegativere und in elektropositivere. Bei
jedem Element ist jedoch das Verhältnifs zwischen beiden
Elektricitäten ein anderes; der Sauerstoff hält von allen elek-
tronegativen Stoffen am meisten negative Elektricität im einen,
am wenigsten positive im andern Pole, worauf der Schwefel,
dann der Stickstoff u. s. w. folgt und zuletzt der Wasserstoff,
in welchem die positive der negativen beinahe gleich kommt.
Das Kalium hält von allen elektropositiven Stoffen am meisten
positive, am wenigsten negative Elektricität, und diese Un-
gleichheit nimmt bei den übrigen elektropositiven Stoffen im-
mer mehr ab, bis zum Golde, in welchem die positive Elek-
tricität über die negative nur noch wenig vorherrschend ist,
so dafs es sich dem von allen elektronegativen Stoffen am
wenigsten elektronegativen Wasserstoff zunächst anschliefst.
Demgemäfs hat Berzelius folgende elektrische Reihe der Ele-
mente aufgestellt.

Elektronegativere: Sauerstoff, Schwefel, Stickstoff, Fluor,
Chlor, Brom, Iod, Selen, Phosphor, Arsenik, Chrom, Vanad,

bdän, Scheel, Boron, Kohlenstoff, Antimon, Tellur, , Titan, Silicium, Wasserstoff.

Elektropositivere: Gold, Osmium, Iridium, Platin, Rho-, Palladium, Quecksilber, Silber, Kupfer, Uran, Wis-, Zinn, Blei, Kadmium, Kobalt, Nickel, Eisen, Zink, n, Cerium, Thorium, Zirconium, Alumium, Yttrium, m, Magnium, Calcium, Strontium, Baryum, Lithium, m, Kalium.

Bei der Verbindung eines elektronegativern Stoffs mit ei- elektropositivern vereinigt sich die in ersterem vorherr- nde negative Elektricität mit der im letzteren vorherr- nden positiven; bevor es jedoch zu dieser Vereinigung mt, zeigt der erstere Stoff etwas negative, der letztere positive im freien Zustande, deren Spannung in dem steigt, als sich die Stoffe der Temperatur, bei der ihre indung erfolgt, immer mehr nähern. Hieraus erklärt sich Berührungselektricität. Im Moment der Verbindung wen- sich die negativen Atompole des elektronegativern Stoffes n die positiven des elektropositivern. Weil nur bei flüs- n Zustande die hierzu erforderliche Beweglichkeit gegeben , so haben in der Regel feste Stoffe keine chemische Wir- auf einander. Es verbinden sich nun die beiden Elektri- n dieser Pole zu Wärme oder Feuer, womit sie ver- nden. Bei jeder chemischen Verbindung findet daher Neutralisation der entgegengesetzten Elektricitäten statt, welche Feuer auf dieselbe Weise hervorgebracht wird, bei der Entladung der elektrischen Säule und dem e, nur dafs diese letztern Erscheinungen von keiner che- chen Verbindung (wägbarer Stoffe) begleitet sind. Jede mische Verbindung ist daher ein elektrisches Phänomen, das der elektrischen Polarität der Atome beruht.

Man könnte denken, dafs die elektrische Reihe der Ele- te mit der Affinitätsordnung derselben zusammenfalle, dafs B. der negative Sauerstoff ein gröfseres Bestreben haben e, sich mit dem elektropositiven Golde, Kupfer u. s. w. vereinigen, als mit dem ihm in der elektrischen Reihe so he stehenden Schwefel. Da dieses jedoch der Erfahrung wider ist, so nimmt Berzelius an, dafs, wiewohl in den omen jener Metalle die positive Elektricität des einen Pols ehr beträgt, als die negative des andern, doch die absolute

Digitized by Google

Menge der in dem einen Pole des Metallatoms vorhand positiven Elektricität geringer ist, als in dem einen Pol Schwefelatoms, nur dafs dieses im entgegengesetzten eine viel gröfsere Menge negative Elektricität enthält, als Atom der genannten Metalle, dafs also die absolute Meng beiden Elektricitäten in den Atompolen des Schwefels gröfser ist, als in denen jener Metalle. Man setze beisp weise die negative Elektricität in einem Atom der gen Metalle = 1, die positive = 2, die negative in einem Sch felatom = 12, die positive = 4, so besitzt hiernach Schwefel eine höhere *elektrische Polarisation;* die in sei positiven Pole angehäufte Elektricität kann eine gröfsere M negative Elektricität des Sauerstoffs neutralisiren, als die tive eines Atoms jener Metalle, daher die gröfsere Ne des Sauerstoffs, sich mit Schwefel, als mit den gedachten tallen zu vereinigen.

Aufserdem nimmt Berzelius an, dafs bei de Stoffe der Grad der elektrischen Polarisation, d. h. die lute Menge der beiden Elektricitäten in den Atompol nach der Temperatur verschieden und in der Regel bei herer Temperatur erhöht sey. Viele Stoffe, wie Kohle, che bei gewöhnlicher Temperatur eine sehr schwache Po sation zu haben scheinen, erlangen in der Glühhitze eine starke, daher die dann eintretende Verbindung mit Sauer Auf welche Weise die Wärme diese Polarisation erhöht, unbekannt. Manche Stoffe im Gegentheil, die überhaupt eine schwache Polarisation besitzen, zeigen diese bei nied Temperatur oft stärker, als bei höherer, wo sie oft ganz hört, wie diefs beim Golde der Fall ist.

Die elektrochemischen Eigenschaften der oxydirten St hängen fast immer von der Unipolarität des mit dem Sa stoffe verbundenen Elementes ab. So verhält sich die Sch felsäure gegen alle Metalloxyde elektronegativ, weil auch Schwefel gegen alle Metalle elektronegativ ist. Dagegen ve halten sich die Oxyde des Kaliums und Zinks sehr elektro sitiv, weil es auch ihr Metall ist.

Ist die elektrochemische Neutralisation einmal vor sich gangen, so kann die Zersetzung der hierbei erzeugten ch mischen Verbindung nur eintreten, wenn den Bestandtheile

Digitized by Go

frühere elektrische Polarität wieder ertheilt wird. Dafs vereinigten Stoffe nach Verrichtung ihres entgegengesetzt trischen Zustandes mit einer Kraft zusammenhalten, die r mechanischen Trennung widersteht, rührt nicht von r besondern inwohnenden Kraft her, sonst würde die dauer der Verbindung nicht dem Einflusse der Elektricität worfen seyn. Aber selbst die innigste chemische Verbin- läfst sich durch Wiederherstellung der elektrischen Po- it ihrer Bestandtheile aufheben; so ist selbst das Kali durch schwache Volta'sche Säule bei Gegenwart von Queck- r zersetzbar. Bei dieser Zersetzung der Verbindungen h den elektrischen Strom verschwinden die einwirken- Elektricitäten und die Bestandtheile nehmen ihre frühern ischen und elektrischen Eigenschaften wieder an. Wird durch C in AC und B zersetzt, so mufs C eine gröfsere sität von elektrischer Polarität haben, als B. Hierdurch t vollkommenere Neutralisation zwischen A und C, als uvor zwischen A und B statt fand, und damit Wärme- ickelung, und B erscheint dann wieder mit seiner ur- glichen Polarität. Ein Stoff, der sich bald als positive- bald als negativerer mit andern zu verbinden vermag, aus ersteren Verbindungen nur durch noch elektroposi- t, aus letztern nur durch noch elektronegativere Stoffe schieden werden, z. B. der Schwefel aus der Schwefel- t nur durch Stoffe, die elektropositiver, und aus Schwe- ii nur durch solche, die elektronegativer sind, als er t.

Nach dieser übersichtlichen Darstellung der Berzelius'schen rie sey es erlaubt, auf die Schwierigkeiten und dunkeln n derselben aufmerksam zu machen.

1) Berzelius trennt die Verbindungen, welche man sonst als chemische zu betrachten pflegt, in zwei Classen; wie ich und wie wenig durchführbar diese Trennung sey, ist s im Anfange dieses Artikels ausführlich entwickelt wor- Aber auch angenommen, diese Scheidung sey möglich, heint es doch nicht der Natur gemäfs, für die Bildung r sich jedenfalls höchst ähnlichen Verbindungen zwei ganz hiedene Ursachen anzunehmen, nämlich für die loseren indungen eine specifische Affinität, für die innigern einzig allein die elektrische Kraft. Wenn sich also 1 Atom

Schwefelsäure mit 1, 2 oder 3 Atomen Wasser verbindet, geschieht dieses nicht vermöge der Affinität, die bei di Verbindungen als nicht existirend angenommen wird, so durch Ausgleichung der in ihnen vorhandenen entgegeng ten Elektricitäten; wenn sich aber diese Verbindung mit mehr Wasser mischt, so erfolgt dieses vermöge der Affi Wenn nun die mit 3 Atomen Wasser verbundene Schw säure Affinität gegen mehr Wasser besitzt, warum soll um so mehr auch die reine und die mit 1 Atom Wasser bundene Schwefelsäure Affinität gegen das Wasser haben

2) Nach Berzelius kommen in jedem Atom eines S beide Elektricitäten im unverbundenen Zustande vor, in nen Pole die eine, im andern die andere, und zwar so, je nach der Natur der Stoffe sowohl die absolute Meng beiden Elektricitäten als auch die relative verschieden ist. Ursache dieses elektrisch-polaren Zustandes der Atome unerklärt. Was veranlaſst die beiden Elektricitäten, zwei entgegengesetzten Puncten des Atoms, das man sich als eine homogene Masse zu denken hat, jede für sich bestimmten Mengen anzusammeln? Nimmt man aber diese elektrische Polarität ohne weitere Erklärung an, so es räthselhaft, warum diese, in den beiden Atompolen be lichen Elektricitäten sich nicht vereinigen. Nur wenn ma Atomen, selbst der Metalle, *alle* Leitungsfähigkeit für E tricität abspricht, ist es erklärlich. Aber auch dieses zug ben, so müſste doch, wenn mehrere homogene Atome z ner Masse vereinigt sind, besonders wenn sie flüssig ist, positive Elektricität des einen Atoms sich mit der neg des zunächst liegenden vereinigen, so daſs in der ganzen M nur der Ueberschuſs der einen oder andern Elektricität bliebe und alle Polarisation aufgehoben wäre. Wenn z. B. Schwefel mit Blei zusammenschmelzt, so geht Berzelius die Verbindung unter Feuerentwickelung vor weil sich die negativen Pole der Schwefelatome den posi der Bleiatome nähern und sich die entgegengesetzten Ele citäten dieser Pole zu Feuer ausgleichen. Warum erfolgt d Ausgleichung nicht auch im geschmolzenen Schwefel für wo dieselbe Beweglichkeit der Theile gegeben und also die Anziehung der entgegengesetzten Pole und ihre elektri Entladung ebenso möglich ist?

Digitized by Google

3) Die Erscheinung, dafs sich manche Stoffe erst in hö- Temperatur vereinigen, z. B. der Kohlenstoff mit dem stoff erst in der Glühhitze, leitet Berzelius davon ab, olche Stoffe erst in der höhern Temperatur elektrische ation annehmen. Aber der Diamant verbrennt erst in Weifsglühhitze, die Holzkohle in der Rothglühhitze, und schiedenen organischen Verbindungen geht die Verbren- des Kohlenstoffs schon bei gewöhnlicher Temperatur vor Soll man nun annehmen, dafs die Atome eines und ben Stoffs, je nach den Zuständen, in welchen er sich et, einer verschiedenen Temperatur bedürfen, um elek- Polarität zu erlangen? Hiermit hängt die Frage zu- n, warum der Phosphor in gewöhnlicher Temperatur hlenoxydgas nicht zersetzt, da er sich in dieser Tempera- rbrennlich, also elektrisch polarisirt zeigt, während die- ch Berzelius beim Kohlenstoff nicht der Fall ist? Eben- larf Eisen im gewöhnlichen Zustande einer der Glüh- nahen Temperatur, um den Sauerstoff der Luft aufzu- n; man kann aber hieraus nicht schliefsen, dafs es erst Hitze elektrisch polarisirt wird, denn es oxydirt sich wöhnlicher Temperatur bei Gegenwart von Wasser und ohne dieses, wenn es durch Reduction mit Wasserstoff- feuervertheiltem Zustande dargestellt ist. Diese leicht mehrenden Beispiele beweisen, dafs in solchen Stoffen bei niederer Temperatur die Affinität oder, nach Ber-, die elektrische Polarität existirt, dafs sie aber be- ter Umstände bedarf, um sich äufsern zu können. Es hiermit die in der Lehre von der Affinitätsgröfse ent- ten Gründe zu vergleichen, die es wahrscheinlich ma- dafs sich die Affinität nicht mit der Temperatur ändert. umgekehrt die Zersetzung des Goldoxyds in der Hitze erklärt wird, dafs das Gold in höherer Temperatur seine sche Polarisation verliert, so steht hiermit im Wider- , dafs das Gold gerade in der Hitze mit Schwefelka- verbindbar ist.

) Wenn nicht die Affinität der Stoffe, sondern ihre elek- Polarität die Ursache ihrer Verbindungen ist, so sollte einen, jeder Stoff, er sey einfach oder zusammenge- müsse sich mit jedem andern verbinden; man sieht nicht warum die in den Atompolen eines jeden Stoffes wenig-

stens bei gewissen Temperaturen vorhandenen entgegeng ten Elektricitäten nur bei einigen Stoffen Verbindungen anlassen, warum sich z. B. die im Quecksilber vorherr positive Elektricität wohl mit der negativen des Tellu gleicht, aber nicht mit der des Kohlenstoffs oder Stick

5) Da auch zusammengesetzte Stoffe, wie Säure Salzbasen, chemische Verbindungen eingehn, so ist a den zusammengesetzten Atomen elektrische Polarisation nehmen. Hiervon läfst sich bei Verbindungen von 2 A leicht eine Vorstellung machen. In einem Atom Kali hat sich die negative Elektricität des Sauerstoffs mit de sitiven des Kaliums ausgeglichen, es bleibt der p Pol des Sauerstoffs und der negative des Kaliums unv den und mit Elektricität begabt, und diese beiden Pol die des Kali's. Bei der Schwefelsäure dagegen treten d gative Pole von drei Sauerstoffatomen an den positi von 1 Schwefelatom, welchem Pole man einen g Umfang einzuräumen hat, damit sich die drei Sauer daran legen und ihre Elektricität abgeben können. Schwefelsäure-Atom hat dann vier Pole, nämlich drei tive der drei Sauerstoffatome und einen negativen des Sch atoms. Wenn sich nun die Schwefelsäure mit dem Kali einigt, treten hier die drei positiven Pole des Sauerst Schwefelsäure an den negativen des Kaliums, oder ve sich der negative Pol des Schwefels mit dem positiv Sauerstoffs im Kali? Die Wahl wird hier schwer. Je stellt sich die Theorie, wenn man sie so im Einzelnen zuführen sucht, verwickelter heraus, als sie beim erste blick erscheint.

6) Bestätigt sich die Erfahrung von Faraday, dafs zur nung von zwei heterogenen Atomen durch den elektrischen ihre Natur sey, welche sie wolle, gleich viel Elektricität ver wird, so verträgt sich mit der Berzelius'schen Theorie nicht die nothwendige Folgerung, dafs bei der Verbindung vo heterogenen Atomen sich gleich viel positive und negative tricität vereinigen mufs, das eine Atom sey irgend ein Metall Wasserstoff und das andere sey Sauerstoff, Chlor ode anderer elektronegativerer Stoff. Denn nach Berzelius ruht das gröfsere Bestreben des Sauerstoffs, sich mit K als mit Kupfer zu verbinden, eben darauf, dafs er zu

Digitized by Google

ve Elektricität, die ersteres Metall in größerer Menge ent- mehr negative Elektricität abgeben kann.

') Man sieht bei dieser Theorie nicht ein, durch welche die verbundenen Stoffe zusammengehalten werden. Sie sich wechselseitig an durch ihren Gehalt der entge- setzten Elektritäten; nachdem sich aber diese bei der igung der Stoffe zu Feuer ausgeglichen haben, so sollte neinen, die Atome müfsten auseinanderfallen und sich Reiben und andere Kräfte leicht trennen lassen; das te Sahwefelkupfer müfste, vermöge der von Berzelius flösungen angenommenen specifischen Affinität, an ko- m Weingeist oder Oele den Schwefel abtreten. Diese rigkeit haben Dumas und Fechner auf verschiedene zu heben gesucht. Dumas nimmt Folgendes an: wenn wei heterogene Atome, z. B. von Sauerstoff und Was- , vereinigen, so lagert sich der negative Pol des erstern positiven des letztern und der positive des erstern an gativen des letztern. Aber die Atome können blofs die cität ihres einen Pols abgeben, und blofs auf dieser rfolgt die Verbindung zu Feuer, während die Elektri- der andern beiden Pole, nämlich die positive des Sauer- und die negative des Wasserstoffs, unvereinigt bleiben rch ihre wechselseitige Anziehung die Atome zusam- lten. Hier drängt sich die Frage auf, wie es sich denn r elektrischen Polarisation der zusammengesetzten Atome ; ferner, warum die Atome blofs die Elektricität des ihrer Pole abgeben können, und warum denn doch ein felatom bei der Verbindung mit Sauerstoff die Elektri- eines positiven Pols abgiebt und bei der Verbindung tallen die seines negativen? Fechner[1] nimmt, um die edachte Schwierigkeit zu heben, eine solche Umände- it der Berzelius'schen Theorie vor, dafs eine neue ent- Nach ihm verhalten sich zwei heterogene Atome bei Berührung ebenso, wie zwei heterogene Massen. So i der Berührung von Kupfer und Zink negative Elek- in das Kupfer und positive in das Zink tritt, so nimmt in Sauerstoffatom in Berührung mit einem Wasserstoff- egative Elektricität auf und tritt positive an das letztere

Schweigger's Journ. Th. LII. S. 27.

ab. Dieser Uebergang der beiden Elektricitäten, *also gä ihre Trennung*, veranlafst die Erscheinungen des Feuers; Anhäufung in den entgegengesetzten Atomen und wechs tige Anziehung ist die Ursache des Zusammenhalts der A Jedes Wasseratom ist daher als ein galvanisches Plattenp betrachten.

8) Wenn der Sauerstoff bei der Wasserbildung neg Elektricität verloren hat und der Wasserstoff positive, w entwickelt sich bei der Zersetzung des Wassers durch elektrischen Strom der Sauerstoff gerade da, wo die pos Elektricität in das Wasser strömt, und der Wasserstoff am gativen Pol?

9) Einwürfe, die von Berzelius angenommene el sche Reihe betreffend, können um so füglicher überg werden, als sie keine wesentliche Beziehung zu der hie urtheilten Theorie haben und als Berzelius diese O nur als eine ungefähre gegeben hat.

Zeigt die Theorie eines solchen Meisters grofse S rigkeiten, so steht zu erwarten, dafs auch jede andere, jetzigen Zustande der Wissenschaft gemäfs entworfene mangelhaft werde befunden werden. Diese Betrachtung mich jedoch nicht abhalten, diejenige Theorie mitzuth welche ich für jetzt als die wahrscheinlichste betrachte; Prüfung und Vergleichung verschiedener Ansichten werden uns immer mehr der Wahrheit nähern.

Die beiden Elektricitäten sind Materien, welche Aff gegen einander besitzen und aus deren Vereinigung nach Verhältnisse, in welchem sie sich neutralisiren, Wärme (F entsteht. Sowohl die einzelnen Elektricitäten, als auch Wärme haben bedeutende Affinität gegen die wägbaren S und werden von diesen mit um so gröfserer Kraft und un reichlicher gebunden, in einem je einfacheren Zustande die wägbaren Stoffe befinden. Je nach ihrer Natur halte neben einer verschiedenen Menge von Wärme einen grö oder einen geringern Ueberschufs bald der positiven bald negativen Elektricität gebunden. So enthält der Sauerstoff meiste positive und das Kalium die meiste negative Elek cität. Die zwischen diesen beiden Extremen liegenden S halten eine gröfsere Menge von Wärme nebst einem klein Ueberschusse der einen oder anderen Elektricität nach ei

Digitized by Google

nach ihrer Natur mannigfach abweichenden Verhältnisse d bilden so eine elektrische Reihe.

Die Verbindung von zwei wägbaren Stoffen wird durch ei Kräfte bewirkt, nämlich durch die Affinität der wägba- Stoffe gegen einander und durch die Affinität der Elektri- it, welche in dem einen Stoffe in verhältnifsmäfsig gröfse- Menge enthalten ist, zu der entgegengesetzten, welche im em Stoffe verhältnifsmäfsig vorwaltet. Durch diese beiden te wird die Affinität des elektronegativen Stoffs zu der ihm verbundenen positiven und die des elektropositiven fs zu der in ihm vorherrschenden negativen Elektricität wunden. Das Resultat der Verbindung ist Wärme, aus der inigung der beiden Elektricitäten erzeugt, und die neue bare Verbindung, welche noch Wärme und etwas über- sige positive oder negative Elektricität gebunden enthält, ch beides in viel geringerer Menge, als die Bestandtheile der Verbindung. So wie ein mit positiver Elektricität ge- ener Conductor, einem nicht oder negativ geladenen ge- ert, einen elektrischen Funken erzeugt, der aus der Ver- dung eines Theils seiner positiven Elektricität mit negativer andern gebildet wird, und nun beide Conductoren in ersterem schwach negativ-elektrisch, in letzterem, je nach der Men- der im zweiten Conductor enthaltenen negativen Elektricität, schwach positiv-elektrisch, nicht elektrisch oder schwach ativ-elektrisch werden, ebenso entsteht bei der Verbindung Sauerstoffs mit einem brennbaren Stoffe Feuer aus der po- ven-Elektricität des Sauerstoffs und der negativen des brenn- en Körpers, und der oxydirte Stoff hält aufser gebundener rme bald noch überschüssige positive Elektricität des Sauer- s, bald noch überschüssige negative des brennbaren Körpers, besitzt hierdurch einen bald mehr elektronegativen, bald mehr ktropositiven Charakter. Wenn sich der Schwefel mit dem erstoff vereinigt, so tritt er negative Elektricität an die itive des Sauerstoffs ab, die Verbindung hält vorzüglich positive Elektricität des Schwefels und erhält hierdurch en elektronegativen Charakter; vereinigt sich dagegen der hwefel mit Kalium, so tritt er an dessen reichlich vorwal- nde negative Elektricität positive ab, das Schwefelkalium lt vorzüglich die negative Elektricität des Schwefels und ird dadurch elektropositiv.

Die Zersetzung einer wägbaren Verbindung durch d elektrischen Strom ist folgendermafsen zu erklären. Alle diese Weise zersetzbare Verbindungen sind schlecht leit tropfbare Flüssigkeiten; vermöge des Widerstandes, wel sie den einströmenden Elektricitäten entgegensetzen, ver lassen sie dieselben, sich, statt mit einander, mit den zun liegenden Bestandtheilen der Verbindung, gegen welche vorzugsweise Affinität haben, zu vereinigen. So verbin sich die positive Elektricität gleich da, wo sie in das Wa tritt, mit den Sauerstoffatomen zu Sauerstoffgas und die n gative ebenso mit den Wasserstoffatomen zu Wasserstoff und in den dazwischen liegenden Theilen des Wassers w durch Uebereinanderschieben der Wasserstoff- und Sauerst atome das richtige Verhältnifs zwischen beiden Stoffen er ten. Die hier zugleich wirkenden Affinitäten der posit Elektricität zum Sauerstoff und der negativen zum Wass überwinden die Affinität beider Stoffe gegen einander. Es kein Widerspruch darin, dafs sich das eine Mal Wass und Sauerstoff zu Wasser und die beiden Elektricitäte Wärme vereinigen, aber das andere Mal die beiden E tricitäten das Wasser in seine Bestandtheile zersetzen. D da im letzteren Falle die beiden Elektricitäten durch e schlechten Leiter getrennt sind, so kommt hier ihre wech
Sch. seitige Affinität nicht mit in Betracht. Man setze z. B.
67. Affinität der beiden Elektricitäten gegen einander $= 2$, der positiven zum Sauerstoff und die der negativen zum W serstoff jede $= 5$, die des Wasserstoffs zum Sauerst $= 9$, so ist einzusehn, dafs bei der Wasserbildung die henden Kräfte $5 + 5 = 10$ betragen und die trennen $9 + 2 = 11$, dafs dagegen bei der Zersetzung des Wass durch den elektrischen Strom die wechselseitige Affinität d beiden Elektricitäten $= 2$ hinwegfällt, daher ihre Affinit zum Sauerstoff und Wasserstoff $= 5 + 5 = 10$ die Affinität Wasserstoffs zum Sauerstoff $= 9$ überwinden müssen. In len Fällen, wo eine wägbare Verbindung durch den elek schen Strom zersetzt wird, mufs daher allerdings angenom werden, dafs die Affinität der positiven Elektricität zum ei und die der negativen zum anderen Bestandtheil *zusam* mehr beträgt, als die der Bestandtheile gegen einander; a die Zersetzbarkeit selbst sehr inniger Verbindungen (wiew

Digitized by Goo

ge nicht aller) durch den elektrischen Strom beweist noch
ht, daſs alle Trennungen und Verbindungen wägbarer Stoffe
s durch die elektrische Kraft hervorgebracht werden.

Wird eine wägbare Verbindung durch höhere Tempera-
zersetzt, z. B. das Silberoxyd durch Glühhitze in Sauer-
gas und Silber, so ist hier anzunehmen, daſs die Affinität
Wärme zum Sauerstoff + der des Sauerstoffs zur positiven
des Silbers zur negativen Elektricität gröſser ist, als die Affi-
des Silbers zum Sauerstoff + der der beiden Elektricitäten
einander; es zerfällt hiernach ein Theil der Wärme in
Bestandtheile und tritt als positive Elektricität an den
rstoff, als negative an das Silber. Mit den Zersetzungen Sch.
barer Verbindungen durch wägbare Stoffe möchte es sich end- 68.
folgendermaſsen verhalten. Treibt in der Glühhitze das
den Sauerstoff aus dem Kali aus, Chlorkalium bildend,
tritt es hierbei diejenige positive Elektricität, die es bei
er Verbindung mit reinem Kalium an dessen negative Elek-
tät abgegeben haben würde, an den Sauerstoff ab, der die
ige bei seiner Verbindung mit dem Kalium verloren hatte. Sch.
m Kalium mit Wasser Kali und Wasserstoffgas liefert, so 69.
hier die negative Elektricität des Kaliums an den sich
wickelnden Wasserstoff über, der die seinige bei der Was-
bildung an die positive Elektricität des Sauerstoffs abgetre-
hatte. Dasselbe findet beim Auflösen des Zinks in ver-
nter Schwefelsäure statt; seine negative Elektricität tritt an Sch.
sich entbindende Wasserstoffgas. Wie sich hieraus der 70.
trische Strom erklären läſst, welcher sich zeigt, wenn das
mit einem elektronegativeren Metalle in Berührung ist,
ich an einem andern Orte[1] auseinandergesetzt.

2) Dynamische Hypothesen.

Eine Materie, die sich unsern Sinnen als zusammenhän-
darstellt, wie Glas u. s. w., ist es auch wirklich; sie be-
daher nicht aus Atomen und leeren Räumen, sondern
llt den Raum stetig. Die Materie ist daher an und für
, nicht vermöge der Verengerung oder Erweiterung zwi-
n ihr befindlicher Poren, fähig, sowohl sich zu verdichten

[1] Poggendorff's Ann. XLIV. 1.

als auch sich auszudehnen. Bei der chemischen Verbindu können sich die Stoffe durch einander bis ins Unendliche v theilen, so daſs im kleinsten Puncte der Verbindung b Stoffe zugleich vorkommen; die Stoffe lagern sich daher n an einander, sondern *sie durchdringen sich.*

a) Kant's Theorie[1].

Die Materie ist etwas für sich Bestehendes und mit z Kräften, der Attractivkraft und der Repulsivkraft, begabt. ist ins Unendliche theilbar. Sie kann zwar durch äuſsere walt zusammengedrückt werden, aber nur bis zu einem wissen Puncte, weil mit der Verdichtung der Materie Repulsivkraft zunimmt. Die Wirkung der Materien auf ander, wobei sie durch eigene Kräfte wechselseitig die V bindung ihrer Theile ändern, ist die chemische; sie ist t Auflösung, theils Scheidung. Eine vollkommene Auflö würde diejenige seyn, die in ihren kleinsten Theilche heterogenen Stoffe in demselben Verhältnisse enthielte, wi Ganzen; doch läſst es Kant unentschieden, ob diese j gebildet werde; aber denken lasse sie sich, denn wenn auflösende Kraft immer fortwirke, so müsse die Vertheil immer weiter gehn, bis ins Unendliche, wo dann der R der Auflösung von jedem der beiden heterogenen Stoffe gleicher Zeit gleichförmig erfüllt sey und sie sich somit du drungen haben.

b) Schelling's Theorie[2].

Die Materie entspringt aus dem Conflict der Attrac und der Repulsivkraft und ihre verschiedene Qualität be auf dem quantitativen Verhältnisse dieser Grundkräfte. chemische Proceſs findet nur bei heterogenen Stoffen statt, bei solchen, in deren einem das umgekehrte Verhältniſs Grundkräfte ist, als im andern. Die erzeugte Verbindun das mittlere dynamische Verhältniſs der Grundkräfte, die Processe in Thätigkeit gesetzt werden, und seine Eigensch weichen daher wesentlich von denen der Bestandtheile ab

1 Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Aufl. 3. S. 75.
2 Ideen zu einer Philosophie der Natur. Aufl. 2. 1803. S. 45

Literatur.

offroy l'aîné des différents rapports observés en chimie entre différentes substances. Mém. de l'acad. des Sc. de Paris 1718. p. 202. 1720. p. 20.

Marherr chem. Abhandl. von der Verwandtschaft der Körper. Leipzig 1764.

Wenzel Lehre von der Verwandtschaft. Dresden 1777.

Bergman de attractionibus electivis. Opuscula. Upsal. 1783. III. 291.

C. Wiegleb Revision der Grundlehren von der chemischen Verwandtschaft. Erfurt 1780.

Kirwan Physisch-chemische Schriften. Uebers. v. Crell. 1—5. Berlin u. Stettin 1783 — 1801.

yton de Morveau, Artikel *Affinité* und *Adhésion* in der Encyclopédie méthodique. Chimie, Pharmacie et Métallurgie. Paris 1786. I. p. 535. Uebersetzt von Veit. Berlin 1794.

B. Richter Anfangsgründe der Stöchiometrie. 3 Bände. Breslau und Hirschberg 1792 — 1794.

— Neuere Gegenstände der Chemie. Breslau. Heft. 7, 8, 9. 1796 — 98.

rthollet Recherches sur les lois de l'affinité. Paris 1801.

— Première et seconde suite des recherches sur les lois de l'affinité. Zusammen übersetzt von Fischer. Berlin 1802.

— Troisième suite. Paris 1806. Uebers. in Gehlen Journ. für Chem. u. Physik. Bd. III. S. 248.

— Essay de statique chimique. T. I. u. II. Paris 1803. Uebers. von Fischer.

hraubert Untersuchung der Verwandtschaft u. s. w. Erfurt 1803.

asten Revision der chemischen Affinitätslehre. Leipzig 1803.

y-Lussac über die Verbindung gasartiger Substanzen mit einander. Nouv. Bull. de la soc. philom. 1809. T. I. p. 298. Uebers. in Gilb. Ann. Th. XXXVI. S. 6.

— sur les précipitations mutuelles des oxides métalliques. Ann. de chim. T. LXXXIX. p. 21. Uebers. in Gehlen N. allg. J. d. Chemie. Th. II. S. 487.

Dalton neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft. Uebersetzt v. Wolff. Berlin 1812. Th. I. S. 232.

homson of the Daltonian theory of definite proportions. Thoms. Ann. of philosophy. T. II. p. 32. 109. 167 und 293. T. III. p. 134 u. 375. T. IV. p. 11 u. 83. T. V.

p. 164. T. VII. p. 342. T. XI. p. 328 u. 436. T. V
p. 161 u. 327. Phillips Ann. of philosophy. T. I. p. 3 I
p. 120.

BERZELIUS Abhandlungen, vorzüglich die Stöchiometrie
Electrochemie betreffend. Gilbert Ann. Th. XXXVII. S.
u. 415. Th. XXXVIII. S. 161. Th. XL. S. 162 u.

— — Thoms. Ann. of Philosophy. T. II. p. 443. T.
51. 93. 244 u. 353; übers. in Schweigger Journ. Th.
S. 419. Th. XXI. S. 24. Th. XIV. S. 446. Th. XV.
Th. XXI. S. 307. Th. XXII. S. 51 u. 317.

— — Schweigger Journ. Th. XXIII. S. 98. 129 u. 27.
XXVII. S. 113.

— — Ann. de chim. et phys. T. XIV. p. 363. T. XVII.

— — Poggendorff Ann. Th. VII. S. 397. Th. VIII. S.
177. Th. XIV. S. 558. Th. XIX. S. 326. Th. XXI. S.
T. XXVI. S. 320. T. XXVIII. S. 388.

— — über die chemischen Proportionen und die chemis
Wirkungen der Elektricität. Dresden 1820.

— — Lehrbuch der Chemie. Ausg. 3. Dresden u. Leipz.
I. S. 3. Th. V. S. 3. 1823—35.

PROUT on the relation between the specific gravities of
dies etc. Thoms. Ann. of philos. T. VI. p. 321.

MEINECKE chemische Meſskunst. 2 Bände. Halle u. Le
1815 u. 1817.

— — über die Dichtigkeit der elastisch-flüssigen Körper u.
Schweigger Journ. Th. XXII. S. 137.

G. BISCHOF Lehrbuch der Stöchiometrie. Erlangen 1819.

BERNHARDI über Krystallogenie u. s. w. Gehlen Journ.
Chemie u. Physik. Th. VIII. S. 360. Schweigger J.
Th. XXXII. S. 1. Th. XXXVII. S. 387. Trommsdor
Journ. f. Pharm. Th. VII. H. 2. S. 40. Th. IX. H. 2.

MITSCHERLICH sur la relation qui existe entre la forme c
stalline et les proportions chimiques. Ann. de chim.
phys. T. XIV. p. 172. T. XIX. p. 350. T. XXIV. p.
u. 355. Poggendorff Ann. Th. XII. S. 137. Th. XXV.
300. Th. XXIX. S. 193. Th. XXXI. S. 281.

— — Lehrbuch der Chemie. Aufl. 2. 1834. Th. I. S. 3
— 438.

E. TURNER on the composition of chloride of baryum. Phil.
Transact. 1829. p. 291.

— — experimental researches on atomic weights. Phil.
Transact. 1833. p. 523.

H. BUFF Lehrbuch der Stöchiometrie. Nürnb. 1829.

O. B. KÜHN Lehrbuch der Stöchiometrie. Leipz. 1837.

GMELIN Einleit. in die Chemie. Tübing. 1835 — 37.
. II. Abth. 2.
TEN über das Verhältnifs der Mischung zur Form. Schweig-
Journ. Th. LXV. S. 320 u. 394.
on the mathematical principles of chemical philoso-
. Phillips Ann. of Philos. T. X. p. 372.
neues Verfahren, die Atomgewichte der Körper zu be-
men. Kastn. Archiv Th. XXII. S. 322.
CHS über Amorphismus. Schweigger Journ. Th. LXVII.
418. Poggendorff Ann. Th. XXXI. S. 577.
MAS sur quelques points de la théorie atomistique. Ann.
chim. et phys. T. XXXIII., übers. Poggendorff Ann.
IX. S. 293 u. 416.
Leçons sur la philosophie chimique. Paris. Philosophie
Chemie, übers. v. RAMMELSBERG. Berlin 1839.
GRAHAM Elements of Chimistry. London 1838.
ASOZ introduction à l'étude de la chimie moléculaire. Pa-
et Strasb. 1839.

G.

Vesta.

Der letzte von den im gegenwärtigen Jahrhundert ent- vier neuen Planeten, von denen *Ceres* am 1. Januar von PIAZZI in Palermo, *Pallas* am 28. März 1802 von in Bremen, *Juno* am 1. September 1804 von HAR- in Lilienthal und *Vesta* am 29. März 1807 wieder von entdeckt worden ist. Vesta ist zugleich, nach SCHRÖ- Messungen, der kleinste von allen Planeten unseres nsystems, da der Durchmesser derselben nur 50 geogr. betragen soll, so dafs demnach ihr körperlicher In- in dem unserer Erde 25000 und selbst in dem unseres des noch 540 Mal enthalten seyn würde. Dieses kleinen hmessers ungeachtet erscheint doch Vesta zuweilen äu- hell beleuchtet, was eine besondere Oberfläche, z. B. spiegelnden Diamantfelsen, vermuthen läfst. Ihr Zeichen ist wodurch der Altar der Göttin Vesta mit dem ewigen Feuer estellt werden soll.

Da hier dieser sogenannten neuen Planeten zum letzten le in diesem Werke Erwähnung geschieht, so wird es

zweckmäfsig scheinen, das bisher zu unserer Kenntnifs G
kommene kurz zusammenzustellen.

Die *mittleren Entfernungen* derselben von der S
oder die *halben grofsen Axen* ihrer elliptischen Bahnen s
wenn die halbe grofse Axe der Erdbahn als Einheit vor
gesetzt wird,

Vesta . .	⚶ . .	2,3615
Juno . .	⚵ . .	2,6695
Ceres . .	⚳ . .	2,7709
Pallas . .	⚴ . .	2,7726.

Daraus folgen nach dem bekannten Kepler'schen Gesetz
Umlaufszeiten dieser Planeten um die Sonne:

	siderisch					tropisch . . .					synodisc	
Für Vesta	3 J.	229 T.	173 St.	8 M.		31 J.	29 T.	13 St.	9 M.		1 J.	138 T.
- Juno	4	132	1	36	-	4	131	19	8	-	1	108
- Ceres	4	223	17	38	-	4	223	10	25	-	1	101
- Pallas	4	225	7	19	-	4	225	0	4	-	1	101

Die *Epochen* oder die mittleren Längen dieser Planeten
den 23. Juli 1831 im mittlern Mittag Berlins hat man

für Vesta . .	84°	47′	3″,2
- Juno . .	74	39	43,6
- Ceres . .	307	3	25,6
- Pallas . .	290	38	11,8.

Die *Excentricitäten* der Bahnen gegen die halbe grofse
derselben sind

für Vesta . . .	0,0886
- Juno . . .	0,2556
- Ceres . . .	0,0767
- Pallas . . .	0,2420.

Die *Länge des Periheliums* für die oben angezeigte Ep
des 23. Juli 1831 ist

für Vesta . .	249°	11′	37″
- Juno . .	54	17	12
- Ceres . .	147	41	23
- Pallas . .	121	5	0

Längen des aufsteigenden Knotens ihrer Bahnen in der
tik sind

für Vesta . .	103°	20′	28″
– Juno . .	170	52	34
– Ceres . .	80	53	50
– Pallas . .	172	38	30.

Neigungen dieser Bahnen gegen die Ekliptik sind

für Vesta . .	7°	7′	57″
– Juno . .	13	2	10
– Ceres . .	10	36	56
– Pallas . .	34	35	49.

Verhältnisse ihrer Durchmesser, ihrer obern Flächen und körperlichen Inhalts zu dem der Erde sind, nach Her–l's und Schröter's (übrigens, wie es scheint, nicht sehr lichen) Messungen

	Durchmesser ..	Oberfläche ..	Volumen
für Vesta . .	0,03 . .	0,001 . . .	0,00005
– Juno . .	0,18 . .	0,03 . . .	0,005
– Ceres . .	0,20 . .	0,04 . . .	0,008
– Pallas . .	0,26 . .	0,07 . . .	0,017,

s die Durchmesser dieser Planeten in geographischen n folgen

für Vesta . .	50
– Juno . .	300
– Ceres . .	340
– Pallas . .	450.

o findet man für die Entfernungen dieser Planeten von Sonne in geograph. Meilen

	Mittlere . . .	Gröfste . . .	Kleinste
Vesta . .	48803000 . .	53127000 . .	44479000
Juno . . .	55168000 . .	69268000 . .	41068000
Ceres . . .	57263000 . .	61654000 . .	52872000
Pallas . . .	57298000 . .	71165000 . .	43431000

für ihre Entfernungen von der Erde in Millionen geogr.
en

	Mittlere	Gröſste	Kleinste
für Vesta . .	48	74 . .	23
- Juno . .	55	90 . .	20
- Ceres . .	56	82 . .	31
- Pallas . .	57	92 . .	22.

Aus diesen Angaben folgt zuerst die auffallende Kl dieser Himmelskörper. Der Durchmesser derselben in ge phischen Meilen beträgt bei der Vesta 50, bei Juno 300, Ceres 340 und bei der Pallas 450 solcher Meilen, wä der der Erde 1720 und der des Mondes 454 M. aus Die Oberfläche der Erde hat 9282000, die des Monds 64 und die der Vesta nur 9300 geographische Quadratmeilen der Vesta würde daher ein Reisender, der täglich sechs len zurücklegt, in zwei Wochen schon seine Antipoden suchen und in einem Monate die sogenannte Reise um Welt machen können.

Das zweite Auffallende bei diesen neuen Planeten i nahe Uebereinstimmung ihrer Umlaufszeiten, also auch mittleren Distanzen von der Sonne. Während alle an Planeten durch sehr groſse Zwischenräume von einander trennt sind, sieht man die Bahn dieser vier Planeten in sehr kleinen Raum des Himmels eingeschlossen und die ge, welche sie bilden, beinahe in einander geschlungen, daſs sie sich demnach unter günstigen, für sie selbst vi sehr ungünstigen Verhältnissen einander sehr nahe ko und selbst leicht auf einander stoſsen können, wenn ein der Folge der Zeiten ihre Elemente durch die Einwirkung Säcular - Störungen gröſsere Veränderungen werden er haben.

Es ist wahrscheinlich, daſs sich in dem sehr gr Zwischenraume von Mars bis Jupiter noch mehrere s kleinen Planeten befinden, die wir aber bisher nicht be haben und vielleicht noch lange unter den viel kleinen sternen übersehn werden. Olbers hat die Ansicht a stellt, daſs diese kleinen Planeten vielleicht nur Trümmer nes anderen groſsen sind, der durch die Wirkung in Kräfte geborsten oder durch den Anstoſs eines äuſsern K pers zersprengt worden seyn könnte. Der jüngere Hersch der diese Ansicht nicht gelten lassen will, macht dabei die B

rkung: *This may serve as a specimen of the dreams, in ich astronomers, like other speculators, occasionally and mlessly indulge.* Allein ein anderer Schriftsteller, Lichtenberg in Göttingen, ist der Meinung, daſs man die Leute das, was in ihnen ist, oft sehr gut aus ihren Träumen erkennen. Der hier in Rede stehende Traum, wenn er einer verhalf dem, der ihn geträumt hat, zur Entdeckung der . Olbers hatte nämlich schon früher bemerkt, daſs Juno, und Pallas, da sie beinahe dieselbe mittlere Entfernung von der Sonne haben, auch einander immer sehr nahe men müssen, so oft ihre Knoten nahe in dieselbe Himmelsgegend fallen, wie dieses z. B. mit Ceres und Pallas in 300 Jahren der Fall seyn wird und auch in frühern Zeiten ohne Zweifel schon oft gewesen ist. Ein solches Zusammentreffen spricht allerdings für einen gemeinschaftlichen, dem erwähnten vielleicht ähnlichen Ursprung, und dieses leitete ihn daher auf die Idee, noch andere solcher Planeten in jenigen Gegend des Himmels aufzusuchen, wo diese Vereinigung der Knoten statt haben kann, wofür er den nördlichen Flügel der Jungfrau und den ihm entgegengesetzten Punct dem hintern Ende des Wallfisches angegeben hatte. Er munterte daher die Astronomen auf, diese Gegenden fleiſsig durchsuchen, und indem er diesen seinen Rath selbst befolgte, war er, der schon früher die Pallas entdeckt hatte, so glücklich, auch noch die Vesta zu finden. Dieser Fund war daher nicht, wie so viele andere, bloſs dem Zufalle zuzuschreiben, sondern das Glück wurde durch Überlegung herbeigeführt, und es läſst sich darauf mit Recht schöne Stelle des alten Dichters anwenden:

Οὐ τύχης, οὐκ ἀρετῆς, ἀλλ' ἀρετῆς εὐτυχομένης.

t dem Glücke, nicht dem Verdienst, sondern dem glücklichen Verdienst.

Wie wir oben gesehn haben, so sind besonders von zweien Planeten die Excentricitäten ihrer Bahnen sehr groſs, durch sie den langgestreckten elliptischen Bahnen der Kometen ähnlich werden. Bei Juno und Pallas beträgt diese Excentricität schon den vierten Theil ihrer mittlern Entfernung von der Sonne, während sie z. B. bei der Erde nur den dreihundertsten und bei der Venus noch nicht den einhun-

dertsten Theil ihrer mittlern Entfernung beträgt. Ebenso gewöhnlich grofs sind die Neigungen ihrer Bahnen gegen Ekliptik, bei der Juno 13 und bei der Pallas sogar Grade. Dadurch hat der alte Thierkreis seine Bed verloren, da er, dessen Breite nur 47 Grade betrug, jetzt Grade haben müfste, wenn er noch die Zone in sich b fen sollte, welche die Planeten, von der Sonne gesehn, überschreiten. Eigentlich sollte man aber die Längen d Bahnen nicht gegen die Ekliptik, sondern gegen den Sonnäquator betrachten, da sie, nach LAPLACE's sinnreicher pothese, wahrscheinlich alle in der Nähe dieses Aequators standen sind. Wenn man die bekannten Knotenlängen Neigungen dieser Bahnen in Beziehung auf die Ekliptik der Länge des aufsteigenden Knotens des Sonnenäquators, gleich 257° 50′ ist, und mit der Neigung dieses Aequators gen die Ekliptik, die 7° 15′ beträgt, vergleicht, so man durch die bekannten Vorschriften der sphärischen T nometrie folgende Resultate:

	Rectascension des aufsteigenden Knotens der Bahn		Neigung der Bahn	
	gegen den Sonnenäquator			
für Mercur . . .	316°	51′	2°	54′
- Venus . . .	242	45	4	9
- Erde . . .	248	0	7	30
- Mars . . .	254	21	5	50
- Vesta . . .	180	33	4	28
- Juno . . .	197	3	16	28
- Ceres . . .	208	43	3	43
- Pallas . . .	182	19	37	8
- Jupiter . . .	242	5	6	24
- Saturn . . .	231	12	5	57
- Uranus . . .	247	30	6	44

Man sieht hier noch deutlicher die geringe Differenz der K ten und die grofsen Neigungen ihrer Bahnen, besonders Juno und Pallas. Diese grofsen Excentricitäten und Nei gen haben die vier neuen Planeten auch in einer andern ziehung den Astronomen sehr interessant gemacht. Man w dafs wir das schwere und verwickelte Problem der drei K per, d. h. dafs wir die Störungen, welche die Planeten u

ander erleiden, nur *annähernd* auflösen können, indem wir sich ergebenden Ausdrücke, die in geschlossenen Formen unsere Analysis ganz unbrauchbar sind, in Reihen entkeln und von diesen Reihen nur die ersten Glieder betten. Glücklicherweise nämlich sind die meisten die-Reihen sehr convergent, man kann daher die spätern, kleineren Glieder derselben ohne bemerkbaren Nachtheil weglassen. Diese Convergenz und sonach die Möglich- unserer Auflösung jenes Problems ist aber eine unmittel- Folge der Einrichtung der Natur, nach welcher die Excicitäten und die Neigungen der älteren Planetenbahnen ulich nur sehr klein sind. Bei den vier neuen Planeten ist dieses, wie wir so eben gesehn haben, nicht der jene Reihen lassen sich daher auch für sie nicht mehr chen, wenn man nicht eine grofse Anzahl ihrer ersten der berücksichtigt, wodurch jedoch der eigentliche Vorden eben diese Reihen gewähren sollen, wieder zerstört len würde. Wir sind daher gezwungen, auf andere Mit- denken, um jene Approximationen noch weiter treiben önnen, und dieses wird daher für die Geometer eine alassung seyn, ihre bisherigen Methoden zu erweitern zu vervollkommnen, um dadurch die Geheimnisse des nels näher kennen zu lernen.

Da diese kleinen Himmelskörper dem gröfsten Planeten es Sonnensystems, dem Jupiter, zuweilen sehr nahe kom- so erleiden sie von demselben auch sehr grofse *Stö-*n. Dieser Umstand giebt ein Mittel, durch einen Schlufs wärts die Masse des Jupiter mit grofser Genauigkeit zu mmen. Bisher ist die Masse dieses Planeten nur mit seiner vier Satelliten bestimmt worden. Es war daher end, dafs dieser neue Weg, den man zu demselben gefunden hatte, zu einer von jener ersten beträchtlich hiedenen Massenbestimmung Jupiters führte. Die Astro- wurden durch diese Verschiedenheit längere Zeit hin- in nicht geringe Verlegenheit gesetzt, bis endlich Airy gröfsten Elongationen der Jupiterssatelliten durch seine ei- Beobachtungen genauer zu bestimmen suchte, als die-ond zu Newton's Zeiten gethan hat, und nun zeigte die gewünschte Uebereinstimmung sofort, da die Masse ers, wie sie aus seinen Satelliten und aus seinen Störungen

der neuen Planeten folgte, sehr nahe dieselbe war. Sant in Padua hat seitdem diese Beobachtungen der Satelliten wi derholt und ebenfalls sehr nahe mit Airy übereinstimm Resultate gefunden.

Noch wollen wir der sonderbaren Verschiedenheiten denken, unter denen sich diese vier Planeten den Beobac häufig darstellen. Es fiel schon gleich nach ihrer Entde auf, dafs sie, ihrer Kleinheit und Entfernung ungeachtet, häufig in so hellem Lichte erscheinen. Ceres insbes zeigt häufige Abwechselungen in ihrem Glanze. Zuweil scheint sie sehr hell und meistens in einem röthlichen Li so dafs man sie auch wohl mit freien Augen sehn kann, stens aber erblickt man sie nur in einem schwachen, w chen Lichte, wo sie dann blofs durch Fernröhre sicht Noch auffallender ist aber der Lichtwechsel der Vesta. Ob dieser Planet bei weitem der kleinste unter diesen vier roiden, wie sie Herschel genannt hat, ist, so hat e meistens ein sehr lebhaftes, den Fixsternen ähnliches L und unter günstigen Verhältnissen erscheint er selbst dem Auge als ein Fixstern der sechsten Gröfse, eine Eig die, wie schon oben bemerkt, wahrscheinlich in der b dern Constitution seiner Oberfläche ihren Grund hat. weilen sieht man sie auch mit einer Dunsthülle umg Bei Ceres und Pallas scheint sich diese Atmosphäre der oft über hundert Meilen von ihrer Oberfläche zu erstr wo sie dann, nach Art mancher Kometen, in einen di Nebel eingehüllt sind, der ihren eigentlichen Kern gan sichtbar macht, während sie wieder zu andern Zeiten begrenzt und in dem reinsten Fixsternlichte zu glänzen nen. Es ist möglich, dafs auf der Oberfläche dieser viel noch nicht ganz ausgebildeten Himmelskörper sehr bede Aenderungen vor sich gehn, gegen welche unsere Stürm Ueberschwemmungen nur sehr gering zu achten sind.

L.

Vibrationssystem, s. Undulationsth rie.

Vollmond.

Plenilunium; Pleine Lune; *Full moon,* die erleuchtete Mondscheibe oder auch die Zeit, wo wir Mond ganz beleuchtet sehn. Der Mond scheint uns aber ganz beleuchtet, d. h. in der Gestalt einer ganzen hel- Kreisscheibe, wenn er der Sonne gerade gegenüber steht, dafs er demnach seine von der Sonne eben beleuchtete ganz der Erde zuwendet[1]. Wenn also der Mond voll so geht er auf, wenn die Sonne untergeht, und unter, die Sonne aufgeht. Da er zu dieser Zeit zugleich in Richtung der Schattenaxe der Erde steht, und da diese viel gröfser ist, als der Halbmesser der Mondbahn, so der Mond auch bei jedem Vollmonde in diesem Schatstehn oder eine *Mondfinsternifs* erleiden. Dieses ist aber immer der Fall, obschon allerdings eine Mondfinsterwenn sie sich wirklich ereignet, nur zur Zeit des Vollstatt haben kann. Die Ursache dieser Ausnahme ist *Breite* des Monds. Dieser Himmelskörper geht nämlich in nahen kreisförmigen Bahn um unsere Erde, aber die dieser Bahn liegt nicht in der Ekliptik, in welcher die erwähnte Schattenaxe immer liegen mufs, sondern gegen die Ekliptik um den Winkel von $5^\circ\,8'\,47''$ geund so kommt es, dafs der Mond zur Zeit des Voll-, wo er durch jenen Schatten gehn sollte, über oder ihm vorbeigeht und daher nicht verfinstert wird. Die Astronomen haben über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit Mondfinsternifs folgende einfache Vorschrift aufgestellt. Zur Zeit des Vollmonds der Abstand des Mondmittelpuncts einem seiner Knoten kleiner, als $9^0\,31'$, so hat für diesen Vollmond gewifs eine Mondfinsternifs statt; ist aber dieser Abstand gröfser, als $12^\circ\,4'$, so ist für diesen Vollmond eine Finsternifs unmöglich. Zwischen diesen beiden Grenzen ist Mondfinsternifs möglich, und man mufs daher für diesen durch eine vorläufige Rechnung auffinden, ob auch in That eine Finsternifs statt haben kann, ehe man daran

---

1 S. Art. *Phasen.* Bd. VII. S. 466.

geht, sie mit Genauigkeit zu berechnen. Der kleinste und gr mögliche Vollschattenkegel der Erde hat die Länge von 1 und 188640 geographischen Meilen, während die mittlere fernung des Monds von der Erde 51800 Meilen beträgt, mehr als dreimal kleiner ist, als jene Schattenaxe, dah Mond, wenn er zur Zeit der Opposition nur nahe genug b Ekliptik ist, immer ganz in den Schatten der Erde treten in welchem er selbst unter den günstigsten Verhältnissen rere Stunden verweilen kann. Nicht so ist es bei den nenfinsternissen, die zur Zeit des Neumonds statt haben entstehn, wenn der Mond seinen Schatten auf die wirft. Der kleinste und gröſste Vollschattenkegel des M beträgt nämlich nur 49400 und 51110 Meilen, sonach selbst im günstigsten Falle, die Erde nur von der dieses Mondschattenkegels getroffen und nie ganz von ih finstert werden. Ja zuweilen trifft dieser Schattenke Erde nicht einmal mit seiner Spitze, dann sieht a Theil der Erde eine *totale Sonnenfinsterniſs*, aber ben dann diejenigen Bewohner der Erdfläche ein *förmige Sonnenfinsterniſs*, die in der Richtung dieser tenaxe des Mondes liegen.

Aus dem Vorhergehenden folgt zugleich, daſs di nenfinsternisse immer nur auf einem gewissen Theile der fläche der Erde sichtbar sind, während die Mondfinst häufig den ganzen Mond verfinstern, so wie, daſs di nenfinsternisse im Allgemeinen in Beziehung auf alle der Erde viel häufiger seyn müssen, als die Mondfinster Im Mittel fallen in 18 Jahren 41 Sonnenfinsternisse u 29 Mondfinsternisse auf der Erde vor. Aber für ein stimmten Ort, z. B. für Paris, sind umgekehrt die in Stadt sichtbaren Sonnenfinsternisse fast dreimal seltener, des Mondes. Man kann im Mittel annehmen, daſs bestimmte Ort der Erde in zweihundert Jahren ers totale und alle zwei Jahre irgend eine partiale Sonnen niſs zu sehn bekommt. Anders verhält sich dieses übrigen Planeten, die, wie Jupiter, Saturn und Uranus, falls mit Monden versehn sind. Unser Mond macht nah mal seinen Weg um die Erde in der Zeit, in welc Erde einmal um die Sonne geht. Jene anderen Mond machen oft mehrere hundert, der innerste Saturnsmond

Digitized by Google

00 Umläufe um ihre Hauptplaneten, während dieser nur
mal um die Sonne geht. Auch zeigt sich jenen Monden
Hauptplanet unter einem 400- bis 800mal gröfsern
chmesser, als die Sonne, während die Bewohner unseres
des die Erde nur 3½mal im Durchmesser gröfser sehn, als
Sonne. Endlich sind auch die Bahnen jener anderen
de viel weniger gegen die Ebene des Aequators ihres
planeten geneigt, als dieses bei unsern Satelliten der
ist. Alles dieses trägt dazu bei, dafs auf jenen Planeten
sternisse viel häufiger sind, als bei uns. So sieht z. B.
er im Laufe eines seiner Jahre (d. h. in nahe zwölf un-
Jahre) nahe 4500 Mond- und nahe ebenso viele Son-
sternisse, während unser Mond deren nur zwei- oder
m Jahre giebt.

Man hat schon öfter selbst von solchen Menschen, die
onst wenig um die Erscheinungen des Himmels zu küm-
pflegen, die Bemerkung gehört, dafs der Mond zur Zeit
Vollmonds im Winter sehr hoch und im Sommer sehr tief
Himmel steht, wenn er eben durch seinen Meridian geht.
Sonne steht bekanntlich Mittags im Winter sehr tief und
mmer sehr hoch, dort z. B. 18 und hier 65 Grade über
Horizonte von Wien. Der Mond aber ist zur Zeit des
nds der Sonne gerade gegenüber, also mufs er auch,
wenn er sich wie die Erde in der Ekliptik bewegte, im
er sehr tief und im Winter sehr hoch stehn. Wenn
ich seine Bahn mit der Ekliptik zusammenfiele, so müfste
r Zeit des Vollmonds im Winter in der Höhe von 65
m Sommer in der Höhe von 18 Graden culminiren. Al-
seine Bahn ist gegen die Ekliptik um 5,1 Grade geneigt
m diese 5,1 Grade kann seine mittägige Höhe noch ver-
oder vermindert werden. Nimmt man die Schiefe der
tik zu 23°,5 und die Neigung der Mondbahn gegen die
tik zu 5°,1, so hat man, wenn der aufsteigende Knoten
Mondbahn mit dem Frühlingspuncte zusammenfällt, für die
mögliche nördliche oder südliche Declination des Mondes
+ 5°,1 = 28°,6, fällt aber jener Knoten der Mondbahn
n Herbstpunct, so ist die gröfste nördliche oder südliche
nation des Monds 23°,5 — 5°,1 = 18°,4. Fällt endlich
ufsteigende Knoten der Mondbahn in die beiden Solsti-
so ist die gröfste nördliche oder südliche Declination das

Von diesen drei Factoren M, D und V, die auf al Blättern der mechanischen und physischen Wissenschaften treten, wo es sich um die Kräfte, Bewegungen und an Eigenschaften der Körper von irgend einer Gestalt han haben wir es hier vorzüglich mit der Bestimmung des In oder des *Volumens* V dieser Körper zu thun, dessen gen Kenntnifs besonders bei vielen physischen Untersuchungen nützlich, ja selbst nothwendig ist, daher eine allgemeine A leitung zu derselben in einem Werke dieser Art nicht feh darf. Eigentlich gehört dieser Gegenstand der Integralrec nung an, man pflegt daher gewöhnlich, so oft von co plicirteren Bestimmungen dieser Art die Rede ist, auf die gen Werke zu verweisen, in welchen diese Gegenstände v ständlich behandelt werden. Die zwei vorzüglichsten dersel sind Euler's *Institutiones Calculi integralis.* 4. Vol. 4. P tersburg 1792, deutsch von Salomon. Wien 1833, und L croix *Traité du calcul diff. et intégral.* 3 Vol. 4. P 1797. Da es aber nicht Jedermanns Sache und auch de den Geübteren nicht immer genehm ist, die Nachweisu für jede specielle Untersuchung in so voluminösen We nachzusuchen, so wird es, wie wir hoffen, nicht unzw messen erscheinen, hier eine für die meisten Fälle vollk men genügende und in dieser Form bisher noch nicht ge bene Anleitung zum kurzen und bequemen Gebrauche zu mengestellt zu sehn.

Nach den ersten Principien der Differentialrechnung man bekanntlich für das Differential eines Productes xy zw veränderlichen Gröfsen x und y den einfachen Ausdruck

$$\partial . xy = x \partial y + y \partial x,$$

also auch, wenn man von allen Gliedern dieses Ausdrucks Integral nimmt,

$$xy = \int x \partial y + \int y \partial x.$$

Dieser einfache, aber durch das ganze Gebiet der Integ rechnung höchst fruchtbare Satz zeigt, dafs, wenn y ir eine Function von x und wenn das Integral $\int x \partial y$ bereits kannt ist, daraus auch sofort das Integral $\int y \partial x$, oder u kehrt, durch die Gleichung

$$\int y \partial x = xy - \int x \partial y$$

abgeleitet werden kann. Man sieht, dafs bei diesem Verfah

Digitized by Google

s auf eine schickliche Trennung des vorgelegten Integral- drucks in zwei Factoren y und ∂x, oder x und ∂y an- mt, wo von den beiden Producten $x \partial y$ oder $y \partial x$ das gral des einen bereits bekannt ist oder doch leicht gefun- werden kann.

Wir wollen nun diesen allgemeinen Ausdruck sogleich nen speciellen Fall anwenden, der uns in der Folge von em Nutzen seyn wird, indem wir nämlich das Integral dem Ausdrucke

$$\int \partial \varphi \,\text{Sin.}^{m} \varphi \,\text{Cos.}^{n} \varphi$$

en, wo m und n constante Grössen und φ eine willkür- Variable bezeichnet. Zu diesem Zwecke wollen wir

$$y = (\text{Cos.}\,\varphi)^{m+n+2} \quad \text{und} \quad \partial x = \frac{(\text{Tang.}\,\varphi)^{m}}{(\text{Cos.}\,\varphi)^{2}} \cdot \partial \varphi$$

en, wodurch daher auch wird

$$\partial y = -(m+n+2)\,(\text{Cos.}\,\varphi)^{m+n+1}\,\text{Sin.}\,\varphi \cdot \partial \varphi$$

$$x = \frac{1}{m+1}\,(\text{Tang.}\,\varphi)^{m+1}.$$

tituirt man diese Werthe von x, y, ∂x und ∂y in un- r vorhergehenden allgemeinen Gleichung, so erhält man

$$\varphi\,\text{Sin.}^{m} \varphi \,\text{Cos.}^{n} \varphi$$

$$\frac{1}{m+1} \text{Sin.}^{m+1} \varphi \,\text{Cos.}^{n+1} \varphi + \frac{m+n+2}{m+1} \int \partial \varphi \,\text{Sin.}^{m+2} \varphi \,\text{Cos.}^{n} \varphi \ldots (A)$$

r auch umgekehrt, wenn man das letzte Glied dieser Glei- ng zuerst setzt,

$$\varphi\,\text{Sin.}^{m+2} \varphi \,\text{Cos.}^{n} \varphi$$

$$-\frac{1}{m+n+2} \text{Sin.}^{m+1} \varphi \,\text{Cos.}^{n+1} \varphi + \frac{m+1}{m+n+2} \int \partial \varphi \,\text{Sin.}^{m} \varphi \,\text{Cos.}^{n} \varphi \ldots (A')$$

d diese Gleichung (A) oder (A′) ist es, die wir allen un- n folgenden Untersuchungen zu Grunde legen wollen.

Wir könnten selbst bei diesen Gleichungen (A) oder (A′) hn bleiben und sofort zu den Bestimmungen des Volumens r Körper, die wir darauf gründen wollen, übergehn. Aber man dann für jeden speciellen Fall den Grössen m und n e entsprechenden Werthe geben müsste, so wird es beque- er seyn, für die einfachsten und am häufigsten vorkommenden

Fälle, wo m und n gleich den natürlichen Zahlen 1, 2, sind, die Form der Gleichung (A) oder (A') gleich jetzt entwickeln und sie zur bequemen Uebersicht in einer kl. Tafel zusammenzustellen, aus der man dann die entsprechende Form dieser Gleichung für jeden einzelnen Fall gleich auf den ersten Blick nehmen kann.

Setzt man z. B. in der Gleichung (A') die Gröfse n: so erhält man

$$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{m+2} \varphi$$
$$= -\frac{1}{m+2} \text{Sin.}^{m+1} \varphi \, \text{Cos.}\, \varphi + \frac{m+1}{m+2} \int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{m} \varphi$$

Da man aber das Integral des letzten Theils für m = 0 für m = 1, nämlich

$$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{0} \varphi = \varphi \text{ und } \int \partial \varphi \, \text{Sin.}\, \varphi = -\text{Cos.}\, \varphi$$

bereits kennt, so erhält man auch, wenn man nach der Ordnung m = 0, 1, 2, 3.. setzt,

$$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{2} \varphi = -\tfrac{1}{2} \text{Sin.}\, \varphi \, \text{Cos.}\, \varphi + \tfrac{1}{2} \varphi$$
$$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{3} \varphi = -\tfrac{1}{3} \text{Sin.}^{2} \varphi \, \text{Cos.}\, \varphi - \tfrac{2}{3} \text{Cos.}\, \varphi$$
$$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{4} \varphi = -\tfrac{1}{4} \text{Sin.}^{3} \varphi \, \text{Cos.}\, \varphi + \tfrac{3}{4} \int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{2} \varphi$$
$$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{5} \varphi = -\tfrac{1}{5} \text{Sin.}^{4} \varphi \, \text{Cos.}\, \varphi + \tfrac{4}{5} \int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{3} \varphi \text{ u. s. w.}$$

in welchen Ausdrücken man noch, wenn man will, die Potenzen von Sin. φ nach den bekannten Ausdrücken in Sinus und Cosinus der vielfachen Winkel 2φ, 3φ, 4φ verwandeln kann. Setzt man dann in diesen Ausdrücken $90° - \varphi$ statt φ, so erhält man auch die analogen Ausdrücke von $\int \partial \varphi \, \text{Cos.}^{2} \varphi$, $\int \partial \varphi \, \text{Cos.}^{3} \varphi$ u. s. w. Wenn man also in der allgemeinen Gleichung (A') die Gröfse n = 0 setzt, so erhält man, wie man so eben gesehn hat, das Integral von $\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{m+2} \varphi$ oder von $\int \partial \varphi \, \text{Cos.}^{m+2} \varphi$ für die Werthe von m = 0, 1, 2, 3 ... Setzt man ebenso in der Gleichung (A') statt n die Gröfsen 1, 2, 3 ..., so erhält man die Integrale von

$$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{m+2} \varphi \, \text{Cos.}\, \varphi,$$
$$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{m+2} \varphi \, \text{Cos.}^{2} \varphi,$$
$$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^{m+2} \varphi \, \text{Cos.}^{3} \varphi \text{ u. s. w.},$$

wo wieder m nach der Ordnung die Zahlen 0, 1, 2, 3.. bezeichnet. Setzt man aber in der Gleichung (A) die Gröfse n gleich — m, so erhält man

$$\int\frac{\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}^n\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi}=-\frac{1}{m-1}\cdot\frac{\mathrm{Cos.}^{n+1}\varphi}{\mathrm{Sin.}^{m-1}\varphi}+\frac{m-n-2}{m-1}\int\frac{\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}^n\varphi}{\mathrm{Sin.}^{m-2}\varphi},$$

mit diesem Ausdrucke erhält man

$n=0$ das Integral von $\int\frac{\partial\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi}$ für $m=0, 1, 2, 3\ldots$

$n=1$ - - - $\int\frac{\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi}$ - . . . .

$n=2$ - - - $\int\frac{\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}^2\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi}$ - . . . .

ebenso erhält man auch für $n=-1, -2, -3\ldots$ das Integral von

$$\int\frac{\partial\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi},\ \int\frac{\partial\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi\,\mathrm{Cos.}^2\varphi},\ \int\frac{\partial\varphi}{\mathrm{Sin.}^m\varphi\,\mathrm{Cos.}^3\varphi}\ \text{u. s. w.}$$

die auf einander folgenden Werthe von $m=0, 1, 2, 3\ldots$ man sieht ohne ausdrückliche Erinnerung, wie sich dieses Verfahren, so weit man nur will, leicht fortsetzen läſst.

Setzen wir noch in der obigen ersten Gleichung

$$\int y\,\partial x = xy - \int x\,\partial y$$

die Gröſse $y=\varphi^m$ und $\partial x=\partial\varphi\,\mathrm{Sin.}\varphi$, so auch

$$\partial y = m\varphi^{m-1}\partial\varphi \text{ und } x=-\mathrm{Cos.}\varphi,$$

so erhält man sofort

$$\int\varphi^m\partial\varphi\,\mathrm{Sin.}\varphi=-\varphi^m\,\mathrm{Cos.}\varphi+m\int\varphi^{m-1}\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi.$$

Setzt man aber $y=\varphi^{m-1}$ und $\partial x=\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi$, so erhält man auf dieselbe Weise

$$\int\varphi^{m-1}\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi=\varphi^{m-1}\,\mathrm{Sin.}\varphi-(m-1)\int\varphi^{m-2}\partial\varphi\,\mathrm{Sin.}\varphi,$$

und ganz ebenso ist auch

$$\int\varphi^{m-2}\partial\varphi\,\mathrm{Sin.}\varphi=-\varphi^{m-2}\,\mathrm{Cos.}\varphi-(m-2)\int\varphi^{m-3}\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}\varphi.$$

Setzt man auch dieses Verfahren fort, und substituirt dann die einzelnen Integrale in einander, so erhält man

$$\int\varphi^m\partial\varphi\,\mathrm{Sin.}\varphi$$
$$=-\varphi^m\,\mathrm{Cos.}\varphi+m\varphi^{m-1}\,\mathrm{Sin.}\varphi+m(m-1)\varphi^{m-2}\,\mathrm{Cos}\varphi$$
$$-m(m-1)(m-2)\varphi^{m-3}\,\mathrm{Sin.}\varphi-\ldots$$

so wie auch

$\int \varphi^m \partial \varphi \, \text{Cos.} \varphi$

$= + \varphi^m \text{Sin.} \varphi + m \varphi^{m-1} \text{Cos.} \varphi - m(m-1) \varphi^{m-2} \text{Sin.}$

$- m(m-1)(m-2) \varphi^{m-3} \text{Cos.} \varphi +$

von welchen Reihen das Gesetz des Fortgangs für sich d… lich ist.

Die vorhergehenden Erläuterungen genügen, um die … erwähnte Tafel zu construiren, die wir hier aufstellen wo…

I. $\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^m \varphi$, wo $m = 1, 2, 3 \ldots$

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.} \varphi = - \text{Cos.} \varphi,$

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^2 \varphi = \frac{1}{4} \text{Sin.} 2\varphi + \frac{1}{2}\varphi,$

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^3 \varphi = \frac{1}{12} \text{Cos.} 3\varphi - \frac{3}{4} \text{Cos.} \varphi,$

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^4 \varphi = \frac{1}{32} \text{Sin.} 4\varphi - \frac{1}{4} \text{Sin.} 2\varphi + \frac{3}{8}\varphi,$

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^5 \varphi = - \frac{1}{80} \text{Cos.} 5\varphi + \frac{5}{48} \text{Cos.} 3\varphi - \frac{5}{8} \text{Cos.} \varphi,$

$\int \partial \varphi \, \text{Sin.}^6 \varphi = - \frac{1}{192} \text{Sin.} 6\varphi + \frac{3}{64} \text{Sin.} 4\varphi - \frac{15}{64} \text{Sin.} 2\varphi + \ldots$

II. $\int \partial \varphi \, \text{Cos.}^m \varphi$.

$\int \partial \varphi \, \text{Cos.} \varphi = \text{Sin.} \varphi,$

$\int \partial \varphi \, \text{Cos.}^2 \varphi = \frac{1}{4} \text{Sin.} 2\varphi + \frac{1}{2}\varphi,$

$\int \partial \varphi \, \text{Cos.}^3 \varphi = \frac{1}{12} \text{Sin.} 3\varphi + \frac{3}{4} \text{Sin.} \varphi,$

$\int \partial \varphi \, \text{Cos.}^4 \varphi = \frac{1}{32} \text{Sin.} 4\varphi + \frac{1}{4} \text{Sin.} 2\varphi + \frac{3}{8}\varphi$ u. s. f.

III. $\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^m \varphi}$

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.} \varphi} = \text{Log. nat. Tang.} \frac{1}{2}\varphi,$

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^2 \varphi} = - \text{Cotg.} \varphi,$

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^3 \varphi} = - \frac{\text{Cos.} \varphi}{2 \text{Sin.}^2 \varphi} + \frac{1}{2} \text{Log. Tang.} \frac{1}{2}\varphi$ u. s. f.

IV. $\int \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^m \varphi}$.

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.} \varphi} = \text{Log. Tang.} \frac{90° + \varphi}{2},$

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} = \text{Tang.} \varphi,$

$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^3 \varphi} = \frac{\text{Sin.} \varphi}{2 \text{Cos.}^2 \varphi} - \frac{1}{2} \text{Log. Tang.} \frac{90° - \varphi}{2}$ u. s. w.

$$\text{V.} \int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^{m} \varphi \, \text{Cos.} \varphi}.$$

$$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.} \varphi \, \text{Cos.} \varphi} = \text{Log. Tang.} \, \varphi,$$

$$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^2 \varphi \, \text{Cos.} \varphi} = -\frac{1}{\text{Sin.} \varphi} + \text{Log. Tang.} \frac{90^\circ + \varphi}{2} \text{ u. s. f.}$$

$$\text{VI.} \int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^{m} \varphi \, \text{Cos.}^2 \varphi}.$$

$$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.} \varphi \, \text{Cos.}^2 \varphi} = \frac{1}{\text{Cos.} \varphi} + \text{Log. Tang.} \tfrac{1}{2} \varphi,$$

$$\int \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}^2 \varphi \, \text{Cos.}^2 \varphi} = -2 \, \text{Cotg.} \, 2 \varphi,$$

$$\text{VII.} \int \varphi^{m} \partial \varphi \, \text{Sin.} \varphi.$$

$$\int \varphi \, \partial \varphi \, \text{Sin.} \varphi = -\varphi \, \text{Cos.} \varphi + \text{Sin.} \varphi,$$
$$\int \varphi^2 \partial \varphi \, \text{Sin.} \varphi = -\varphi^2 \text{Cos.} \varphi + 2 \varphi \, \text{Sin.} \varphi + 2 \, \text{Cos.} \varphi,$$

$$\text{VIII.} \int \varphi^{m} \partial \varphi \, \text{Cos.} \varphi.$$

$$\int \varphi \, \partial \varphi \, \text{Cos.} \varphi = \varphi \, \text{Sin.} \varphi + \text{Cos.} \varphi,$$
$$\int \varphi^2 \partial \varphi \, \text{Cos.} \varphi = \varphi^2 \text{Sin.} \varphi + 2 \varphi \, \text{Cos.} \varphi - 2 \, \text{Sin.} \varphi.$$

…e kleine Tafel wird uns zu der nun folgenden Ausmes…g der Körper von jeder Gestalt die besten Dienste lei… und uns in den meisten Fällen des Nachsuchens in den …erwähnten voluminösen Integralwerken gänzlich über…en.

Diese Ausmessung der Körper besteht eigentlich aus zwei …ntlich von einander verschiedenen Theilen, nämlich aus …Bestimmung ihrer *Oberfläche* und aus der ihres körperli…n Inhaltes oder ihres *Volumens.* Die erste dieser Bestim…ngen nennt man die *Complanation*, die zweite die *Cu…r* der Körper. Wir wollen beide, wie sie es auch ih… Natur nach sind, abgesondert betrachten und zuerst die …meinen Ausdrücke für diese Bestimmungen aufstellen, ehe …sie auf gegebene specielle Fälle anwenden.

Die Grenzen der Körper sind Flächen, ebene oder krum… Eine solche Fläche messen oder bestimmen heifst, sie

mit einer andern bekannten Fläche, die man als die Einheit der Flächen annimmt, vergleichen. Die einfachste ebenen Flächen ist das *Quadrat*, nach ihm das Rechteck. Das letzte wird daher auch schon durch das erste gemessen, d. h. um die Fläche eines gegebenen Rechtecks zu bestimmen, untersucht man, wie vielmal dasselbe die Fläche eines Quadrats, dessen Seiten sehr klein sind, wie vielmal es z. B. die Fläche eines Quadratzolls oder einer Quadratlinie u. s. w. in sich enthält. Enthält aber die eine Seite des Rechtecks die Seite jenes Quadrats, das man zur Einheit der Flächen angenommen hat, a mal und die andere Seite des Rechtecks b mal, so sind offenbar a mal b oder a b dieser Quadrate in jenem Rechtecke enthalten, oder endlich, wie man sich auszudrücken pflegt, die Fläche des Rechtecks ist gleich dem Producte seiner beiden Seiten, oder die Fläche des Rechtecks ist gleich dem *Producte der Basis in die Höhe* desselben. Dieser Begriff wird durch die ganze Lehre der Complanation der Flächen fortgesetzt, und es ist nur noch übrig, ihn auch auf die verwickelteren Fälle gehörig anzuwenden. Da man z. B. weifs, dafs ein Parallelogramm von der Höhe und Basis eines Rechtecks auch eine gleiche Fläche mit demselben hat, und dafs ein Parallelogramm durch seine Diagonale in zwei gleiche Dreiecke getheilt wird, so ist auch die Fläche jedes Parallelogramms gleich dem Producte der Basis in seine Höhe, und die Fläche des Dreiecks ist gleich der Hälfte dieses Productes u. s. w.

Schwieriger wird aber die Anwendung dieses Begriffs auf solche ebene Flächen, die ganz oder zum Theil von krummen Linien begrenzt werden. Sey A M eine solche krumme Linie, deren Puncte M bekanntlich durch zwei auf einander senkrechte Coordinaten $AP = x$ und $PM = y$ bestimmt werden. Um die Fläche A M P, welche zwischen diesen drei Linien A M, A P und P M enthalten ist, zu messen, denkt man sich von dem nächstfolgenden Puncte m der Curve A M ebenfalls eine Senkrechte m p auf die verlängerte A p gezogen, so dass dann das Viereck P M m p gleichsam das erste Wachsthum oder das Differential der gesuchten Fläche ausdrückt, welches man durch $\partial . F$ bezeichnen kann, wenn F die Fläche A M P selbst vorstellt. Zieht man dann M n parallel mit A P, so ist $PM = pn$, und man wird, analog mit dem Vorhergehenden

Fig. 265.

en, auch die Grösse $Pp = \partial x$ als das Differential von $= x$, so wie die Grösse $mn = \partial y$ als das Differential von $= y$ betrachten. Dieses vorausgesetzt besteht das Diffe- d ∂F der gesuchten Fläche aus dem Rechtecke PMmp, ach dem Vorhergehenden gleich $y \partial x$, und aus dem Drei- Mmn, das gleich $\frac{1}{2} \partial x \partial y$ ist, so dass daher

$$\partial F = y \partial x + \tfrac{1}{2} \partial x \partial y$$

wird. Da aber nach dem Geiste der Differentialrech- die unendlichkleinen Grössen gegen die endlichen weg- en werden, so ist auch $y + \frac{1}{2} \partial y$ gleich y und daher

$$\partial F = (y + \tfrac{1}{2} \partial y) \partial x$$

$$\partial . F = y \partial x \quad . . . \quad (B)$$

iese Gleichung giebt daher den allgemeinen Ausdruck *ifferentials* ∂F einer jeden ebenen, von krummen Li- begrenzten Fläche, aus dem dann durch Integralrechnung , wie wir später sehn werden, durch die oben aufge- kleine Tafel) die gesuchte Fläche F selbst abgeleitet n kann. Man kann diesen Ausdruck offenbar auch so :

$$\partial^2 F = \partial x . \partial y,$$

ann das Product $\partial x . \partial y$ die Flächen der kleinen Recht- Pa', a'b, bc'... bezeichnet, deren Basis $Pp = \partial x$ und gemeinschaftliche Höhe $Pa = ab = bc = mn = \partial y$ und wo der Ausdruck $\partial x . \partial y$ zweimal integrirt werden Ebenso kann man, wenn man aus dem Anfangspuncte geraden Linien AM und Am und dann aus dem Mit- Fig. 266. ncte A mit dem Halbmesser $AM = r$ den Kreisbogen zieht, die Fläche $AMmA = \partial F$ als das Differential der ABMA = F ansehn. Dann ist nämlich $AM = An = r$, enn man den Winkel PAM durch φ bezeichnet, der el $MAm = \partial \varphi$, so wie $mn = \partial r$, so dass man daher Differential ∂F gleich der Fläche der beiden Dreiecke und Mmn setzen kann. Die gemeinschaftliche Basis Dreiecke ist $Mn = r \partial \varphi$ und ihre Höhen sind r und o dass man daher hat

$$\partial F = \tfrac{1}{2} r \partial \varphi (r + \partial r)$$

wieder, wenn ∂r gegen r unendlich klein ist,

$$\partial F = \tfrac{1}{2} r^2 \partial \varphi \quad . . . \quad (B')$$

woraus dann wieder durch Integralrechnung die endliche G
F abzuleiten ist.

Wenn wir nun zu solchen Flächen übergehn, di
mehr in derselben Ebene liegen, so werden wir doch,
demselben Geiste der Differentialrechnung, annehmen k
dafs jeder kleinste Theil derselben eine solche ebene F
Fig. 267. bildet. Seyen also die drei unter sich senkrechten G
AX, AY und AZ die Axen der Coordinaten x, y u
und M ein Punct der gegebenen krummen Fläche. Man lege
den Punct M zwei Ebenen, deren die eine MQQM' m
coordinirten Ebene der xz und die andere MQRN m
coordinirten Ebene der yz parallel ist, so werden diese E
nen die gegebene Fläche in zwei Curven MM' und MN s
den. Nimmt man dann auf diesen Curven zwei dem P
sehr nahe Puncte M' und N und legt man durch dies
Puncte ebenfalls solche Ebenen NRR'N' und M'Q'R'
den beiden coordinirten Ebenen der xz und yz paral
so wird durch diese vier Ebenen auf der gegebenen k
Fläche eine vierseitige Figur MNM'N' begrenzt, dere
jection in der coordinirten Ebene der xy das Rechteck Q
ist. Ist daher wieder

$$AP = x, \quad PQ = y \text{ und } QM = z,$$

so ist auch

$$QQ' = PP' = \partial x,\ QR = Q'R' = \partial y \text{ und } M'n =$$

wenn Mn mit AX parallel gezogen wird. Es ist d
die Fläche des ebenen Rechtecks QQ'RR' gleich $\partial x \partial y$
zuvor. Allein die Fläche des krummen Rechtecks MN
kann ebenfalls, wegen der Kleinheit seiner Seiten, ohne
lichen Fehler als ein ebenes Rechteck betrachtet werden,
sen Fläche ganz in diejenige Ebene fällt, welche die ge
krumme Fläche in dem Puncte M *tangirt,* und da das erste R
QQ'RR' $= \partial x \partial y$ die Projection des zweiten MNM'
so wird man auch die Fläche dieses zweiten Rechtecks e
ten, wenn man die Fläche des ersten durch den Cosin
Winkels dividirt, welchen die unsere Fläche in M tang
Ebene mit der coordinirten Ebene der xy bildet. D
Cosinus ist aber, wie man aus den ersten Elementen der
lytischen Geometrie weifs, gleich

$$\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}}.$$

nt man also, analog mit dem Vorhergehenden, $\partial \Phi$ die he dieses zweiten Rechtecks MNM'N', so hat man für nalytischen Ausdruck derselben

$$\partial \Phi = \partial x \partial y . \sqrt{1+\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} \quad \ldots \quad (C)$$

dieser Ausdruck zweimal integrirt wird die ganze Ober- e des gegebenen Körpers, z. B. der Kugel, des Kegels, Ellipsoids u. s. w., geben.

Einfacher wird dieser Ausdruck für $\partial \Phi$, wenn der Kör- dessen Oberfläche Φ gesucht wird, durch Rotation einer nen Linie um irgend eine Axe entstanden ist. Sey APB Fig. 268. Rotationsaxe, die wir zugleich für die Axe der x an- ten, und sey AMmB die gegebene krumme Linie. Legt durch zwei sehr nahe Puncte M und m dieser Linie en, die senkrecht auf der Rotationsaxe stehn, so werden Ebenen unsere Rotationsfläche in Kreisen schneiden, de- ehr nahe gleiche Halbmesser PM = pm = y sind und Peripherie daher gleich $2\pi y$ ist, wenn π die bekannte lph'sche Zahl 3,14159 ... bezeichnet. Dieses vorausge- kann man den Theil der Oberfläche unseres Rotations- rs, der zwischen den beiden Kreisen enthalten ist, als Oberfläche eines Cylinders betrachten, dessen Basis zum nge eben jene Peripherie $2\pi y$ hat und dessen sehr kleine das Element Mm = ∂s des Bogens der rotirenden Curve Dieses Element ist aber bekanntlich gleich

$$\partial s = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2},$$

ss man also hat

$$\partial \Phi = 2\pi y \partial s \quad \ldots \quad (C').$$

Gehn wir jetzt noch zu der Bestimmung des eigentlichen mens eines gegebenen Körpers über. Das Einfachste ist ohne fel, wenn wir den oben gegebenen Begriff von der Mes- der Ebenen unmittelbar auch auf die Messung der Kör- übertragen. Nach dem Vorhergehenden ist die Projection Elements MNM'N' der einen Körper begrenzenden Flä- n der Ebene xy gleich dem Rechtecke QRQ'R' = $\partial x \partial y$.

Das vierseitige Prisma MNRQ' aber, dessen Basis di Rechteck und dessen Höhe die Ordinate QM oder R'N' = ist, hat zu seinem Volumen das Product $z.\partial x \partial y$, und ses Product kann daher auch als das gesuchte Element Volumens V des Körpers selbst angesehn werden, so man also hat

$$\partial . V = z \partial x \partial y,$$

welcher Ausdruck daher zweimal integrirt werden muſs. kann ihn auch, analog mit dem Vorhergehenden, durch Gleichung

$$\partial V = \partial x \partial y \partial z \ldots \quad (D)$$

darstellen, die, wie schon der erste Anblick zeigt, eine dr che Integration erfordert. Diese letzte Form ist die rechtwinkligen Parallelepipedums R R' q q', dessen $QQ' = RR' = \partial x$, $QR = Q'R' = \partial y$ und $Qq = R'r' = M'$ sind, wobei also der Körper aus lauter solchen sehr nen rechtwinkligen Parallelepipeden zusammengesetzt ge wird.

Auch dieser Ausdruck wird einfacher, wenn der stimmende Körper durch Rotation einer Curve um die Fig. 268. der x entstanden ist. Ist nämlich wieder der Halbmesser oder pm jener beiden Kreise gleich r und ist die senk Distanz Pp derselben gleich ∂x, so kann man den zw diesen beiden Kreisen enthaltenen Theil des Körpers nen Cylinder betrachten, dessen Basis gleich der Fläche Kreise oder gleich πy^2 und dessen Höhe gleich ∂x ist, daſs man also für das Element des Volumens dieser K den Ausdruck hat

$$\partial V = \pi y^2 \partial x \ldots \quad (D').$$

Wir haben demnach, um alles Vorhergehende kurz zus menzustellen, folgende Ausdrücke: für das Element des gens s einer jeden ebenen Curve

$$\partial s = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2} \ldots \quad (A),$$

für das Element der Fläche F einer Curve

$$\partial F = y \partial x \ldots \quad (B)$$

oder zwischen den Polarcoordinaten r und φ

$$\partial F = \tfrac{1}{2} r^2 \partial \varphi \ldots \quad (B'),$$

für die Oberfläche Φ der Rotationskörper

$$\partial \Phi = 2 \pi y \partial s \ldots \quad (C')$$

endlich für das Volumen V dieser Körper

$$\partial V = \pi y^2 \partial x \quad . \quad . \quad . \quad (D').$$

es vorausgesetzt gelangen wir nun zu dem eigentlichen ke unseres Vorhabens, nämlich der Integration dieser drücke für solche besondere Fälle, wie sie der Physi- iker gebraucht, die bisher nur mit Hülfe umständlicher über die Integralrechnung gefunden werden konnte, end wir sie alle mittelst der oben gegebenen kleinen Ta- kurz und bequem darstellen wollen. Da aber jene Tafel, wir allen nun folgenden Untersuchungen zu Grunde legen en, nur trigonometrische Functionen enthält, während die ungen der Curven und Flächen gewöhnlich durch recht- lige Coordinaten x, y und z ausgedrückt werden, so wird unserm Zwecke angemessen, ja selbst nothwendig seyn, diese Gleichungen vorerst auf solche trigonometrische Fun- en zurückzuführen, also für Curven jede der beiden Coor- en x und y als eine solche Function zu betrachten, die man, man sogleich näher sehn wird, in den meisten Fällen sehr finden kann. Die bekannte Gleichung des Kreises z. B. ist

$$x^2 + y^2 = a^2,$$

den Halbmesser desselben bezeichnet. Setzt man nun Abscisse $x = a \,\text{Cos.}\, \varphi$, so zeigt jene Gleichung sofort, dafs Ordinate $y = a \,\text{Sin.}\, \varphi$ seyn mufs, so dafs man daher für Kreis folgende zwei Gleichungen hat:

$$x = a \,\text{Cos.}\, \varphi \text{ und } y = a \,\text{Sin.}\, \varphi.$$

die Ellipse, deren beide Halbaxen a und b sind, hat man so

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

man sieht leicht, dafs man diese einzelne Gleichung auch die folgenden zwei ersetzen kann:

$$x = a \,\text{Sin.}\, \varphi \text{ und } y = b \,\text{Cos.}\, \varphi.$$

so ist die Gleichung der Astrois

$$x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2}{3}},$$

r man wieder die beiden folgenden setzen kann:

$$x = a \,\text{Cos.}^3 \varphi \text{ und } y = a \,\text{Sin.}^3 \varphi.$$

den ersten Blick scheint damit nicht eben viel gewon- zu seyn, da eine einzelne Gleichung doch im Allgemeinen

leichter zu behandeln seyn mufs, als zwei, deren eine andere bedingt. Dafs dieses aber nicht immer und bes... nicht bei den hier vorliegenden Problemen der Fall ist, ... die Folge lehren. Hier begnügen wir uns zu erwähnen, ... sich dasselbe Verfahren auch auf die Gleichungen der F... und zwar oft mit noch gröfserem Vortheile fortsetzen läs... aber dann der *einzigen* Gleichung der Fläche zwischen ... winkligen Coordinaten *drei* andere zwischen ihnen und ... trigonometrischen Functionen substituirt werden müssen. ... ist z. B. die Gleichung der Kugel, deren Halbmesser a i...

$$x^2 + y^2 + z^2 = a^2.$$

Allein dafür kann man auch ganz ebenso allgemein die ... genden drei Gleichungen setzen:

$$x = a \operatorname{Cos.} \varphi \operatorname{Sin.} \psi,$$
$$y = a \operatorname{Sin.} \varphi \operatorname{Sin.} \psi,$$
$$z = a \operatorname{Cos.} \psi.$$

Die Oberfläche, die entsteht, wenn eine Ellipse, deren grofse und kleine Axe a und b ist, sich um ihre kleine dreht, hat bekanntlich zur Gleichung

$$\frac{x^2 + y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1,$$

oder auch, wie man leicht sieht, folgende drei Gleichun...

$$x = a \operatorname{Cos.} \varphi \operatorname{Sin.} \psi,$$
$$y = a \operatorname{Sin.} \varphi \operatorname{Sin.} \psi,$$
$$z = b \operatorname{Cos.} \psi.$$

Die bekannte Gleichung des Kegels ist:

$$x^2 + y^2 = a^2 z^2$$

und dieselbe Fläche läfst sich auch ebenso allgemein d... folgende drei Gleichungen ausdrücken:

$$x = a \varphi \operatorname{Cos.} \psi,$$
$$y = a \varphi \operatorname{Sin.} \psi,$$
$$z = \varphi,$$

welche Beispiele sich leicht auch auf andere der gewöh... vorkommenden Flächen anwenden lassen.

Gehn wir nun zu unseren Integrationen über und ... trachten wir unter denselben zuerst diejenigen, welche für ... Bestimmung der Länge des Bogens einer gegebenen C... bestehn, auf welcher Bestimmung bekanntlich die sogena... *Rectification* der Curven beruht.

A. Rectification der Curven.

1) Der *Kreis*, dessen Halbmesser a ist, hat zur Glei- Fig. 269.
g

$$x^2 + y^2 = a^2.$$

iesem, so wie in allen folgenden Figuren, wird die Ge-
AP immer gleich x und die darauf senkrechte PM gleich
etzt. Nimmt man also, wie zuvor,

$$x = a \,\mathrm{Cos.}\,\varphi \text{ und } y = a \,\mathrm{Sin.}\,\varphi,$$

t man auch

$$\partial x = -a \partial\varphi \,\mathrm{Sin.}\,\varphi \text{ und } \partial y = a \partial\varphi \,\mathrm{Cos.}\,\varphi.$$

ituirt man diese Werthe von ∂x und ∂y in der obigen
hung (A), so erhält man

$$\partial s = a \partial\varphi$$

davon ist das bekannte Integral

$$s = a\varphi,$$

ie Constante der Integration verschwindet, wenn s mit φ
mit y zugleich verschwindet. Es ist daher der Kreisbo-
BM $= a\varphi$, wenn der Winkel BAM $= \varphi$ ist, wie be-

2) Für die *Apollonische Parabel* NAM hat man die Fig. 270.
hung

$$y^2 = ax$$

hen den rechtwinkligen Coordinaten AP $= x$ und PM $= y$.
man aber

$$x = \tfrac{1}{4} a \,\mathrm{Tang.}^2\varphi,$$

hält man auch

$$y = \tfrac{1}{2} a \,\mathrm{Tang.}\,\varphi,$$

ls daher ist

$$\partial x = \tfrac{1}{2} a \partial\varphi \frac{\mathrm{Tang.}\,\varphi}{\mathrm{Cos.}^2\varphi} \text{ und } \partial y = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{a\partial\varphi}{\mathrm{Cos.}^2\varphi}.$$

Werthe von ∂x und ∂y in der Gleichung (A) substi-
geben

$$\partial s = \frac{\tfrac{1}{2} a \partial\varphi}{\mathrm{Cos.}^3\varphi}$$

davon erhält man nach der vorhergehenden Tafel N. IV.
t das gesuchte Integral

$$s = \tfrac{1}{4} a \cdot \left[\frac{\mathrm{Sin.}\,\varphi}{\mathrm{Cos.}^2\varphi} - \mathrm{Log.\,Tang.}\frac{90^\circ - \varphi}{2}\right],$$

s zugleich mit φ oder, was dasselbe ist, mit x ver-
indet.

Fig. 271. 3) Für die *Neil'sche* Parabel NAM hat man die bekannte Gleichung

$$y^3 = a x^2.$$

Setzt man aber $x = \frac{8}{27} a \operatorname{Tang.}^3 \varphi$, so hat man auch

$$y = \frac{4}{9} a \operatorname{Tang.}^2 \varphi,$$

und daher

$$\partial x = \frac{8a}{9} \cdot \frac{\operatorname{Tang.}^2 \varphi}{\operatorname{Cos.}^2 \varphi} . \partial \varphi \text{ und } \partial y = \frac{8a}{9} \cdot \frac{\operatorname{Tang.} \varphi}{\operatorname{Cos.}^2 \varphi} . \partial \varphi.$$

Damit giebt aber die Gleichung (A)

$$\partial s = \frac{8a}{9} \cdot \frac{\operatorname{Sin.} \varphi}{\operatorname{Cos.}^4 \varphi} . \partial \varphi.$$

Da aber $\partial . \frac{1}{\operatorname{Cos.}^3 \varphi} = 3 \frac{\operatorname{Sin.} \varphi}{\operatorname{Cos.}^4 \varphi} . \partial \varphi$ ist, so hat man auch das gesuchte Integral

$$s = \frac{8a}{27 \operatorname{Cos.}^3 \varphi} + \text{Const.}$$

Zählt man den Bogen $AM = s$ vom Scheitel A, so ist $s =$ für $x = \varphi = 0$ und daher

$$\text{Const.} = -\frac{8a}{27},$$

also auch der gesuchte Bogen AM der Neil'schen Parabel

$$s = \frac{8a}{27} \left(\frac{1}{\operatorname{Cos.}^3 \varphi} - 1 \right).$$

Fig. 272. 4) Für die *Astrois* BCDE hat man die Gleichung

$$x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2}{3}}.$$

Setzt man also

$$x = a \operatorname{Cos.}^3 \varphi \text{ und } y = a \operatorname{Sin.}^3 \varphi,$$

so erhält man

$$\partial s = -\frac{3a}{2} \partial \varphi \operatorname{Sin.} 2 \varphi$$

und davon ist das Integral (Tafel N. I.)

$$s = \tfrac{3}{2} a \operatorname{Cos.}^2 \varphi,$$

wenn $s = 0$ für $x = 0$ oder für $\varphi = 90°$ wird. Man sieht daraus, dafs der ganze Bogen CME jedes Quadranten gleich $\frac{3}{2}a$ und dafs daher der ganze Umfang der Astrois gleich oder gleich der dreifachen geraden Linie BC oder DE ist.

Fig. 273. 5) Für die *Logistik* MBN hat man die Gleichung

$$x = e^y,$$

e die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet und wieder $AP = x$ und $PM = y$, so wie $AC = 1$ und $CD = e$ Setzt man aber $x = \text{Tang.}\,\varphi$, so ist

$$\partial x = \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} \text{ und } \partial y = \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}\,\varphi\ \text{Cos.}\,\varphi},$$

auch für die Gleichung (A)

$$\partial s = \frac{\partial \varphi}{\text{Sin.}\,\varphi\,\text{Cos.}^2 \varphi}$$

davon ist (Tafel VI.) das gesuchte Integral

$$s = \frac{1}{\text{Cos.}\,\varphi} + \text{Log. Tang.}\,\tfrac{1}{2}\varphi + \text{Const.}$$

6) Für die *Cykloide* AMDB, deren erzeugender Kreis Fig. 274.
L den Mittelpunct O und den Halbmesser $OH = OM = a$ ist die bekannte Gleichung zwischen den rechtwinkligen ..inaten $AP = x$ und $PM = y$

$$x = a \text{ Arc. Cos.} \left(1 - \frac{y}{a}\right) - \sqrt{2ay - y^2}.$$

man aber

$$x = a(\varphi - \text{Sin.}\,\varphi),$$

.. man auch

$$y = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi),$$

..er Winkel $MOH = \varphi$ ist, und damit giebt die Glei..g (A)

$$\partial s = 2a\,\partial\varphi\,\text{Sin.}\,\tfrac{1}{2}\varphi,$$

.. das Integral nach Tafel I. ist

$$s = 4a(1 - \text{Cos.}\,\tfrac{1}{2}\varphi) \text{ oder } s = 8a\,\text{Sin.}^2\,\tfrac{1}{4}\varphi,$$

.. $s = 0$ für $\varphi = 0$ verschwindet. Für $\varphi = 180°$ erhält ..den halben Bogen der Cykloide $AMD = 4a$ und daher ..ganzen $AMDB = 8a$, oder die ganze Länge der Cy..le ist gleich dem achtfachen Halbmesser ihres erzeugenden ..ses.

7) Für die *Kettenlinie* AMDB hat man die Gleichung Fig. 275.

$$e^{\frac{y}{a}} + e^{-\frac{y}{a}} = \frac{2(a+x)}{a},$$

$DP = x$ und $PM = y$ ist. Setzt man aber

$$x = \frac{a}{\text{Cos.}\,\varphi} - a,$$

..hält man, wie man leicht sieht,

$$y = a \text{ Log. Tang. } \frac{90^\circ + \varphi}{2}$$

und davon sind die Differentiale

$$\partial x = \frac{a \partial \varphi \text{ Sin.} \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} \text{ und } \partial y = \frac{a \partial \varphi}{\text{Cos.} \varphi},$$

so dafs man also für die Gleichung (A) erhält

$$\partial s = \frac{a \partial \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi},$$

wovon das Integral nach Tafel IV.

$$s = a \text{ Tang.} \varphi$$

ist.

8) Ebenso kann man auch die bekannten *Spirallinien* [mit] Hülfe jener Tafel leicht rectificiren.

Fig. 276. Für die Spirale des *Archimedes* CMNAm hat man [die] bekannte Gleichung $\nu = 2\pi r$, wo der Radius CM = r [und] der ihm entsprechende Bogen AB = ν des Kreises ABD [ist,] dessen Halbmesser als Einheit genommen wird. Setzt [man] aber in die Gleichung (A) oder in

$$\partial s^2 = \partial x^2 + \partial y^2,$$

die Gröfse $x = r \text{ Sin.} \nu$ und $y = r \text{ Cos.} \nu$, so erhält man

$$\partial s^2 = \partial r^2 + r^2 \partial \nu^2$$

und wenn man in diesen allgemeinen Ausdruck von ∂s [den] Werth $\partial r = \frac{\partial \nu}{2\pi}$ aus der Gleichung der Archimedischen S[pi]rale substituirt, so hat man

$$\partial s = \frac{\partial \nu}{2\pi} \cdot \sqrt{1 + \nu^2}.$$

Um diesen Ausdruck nach unserer Tafel zu integriren, [sey] $\nu = \text{Tang.} \varphi$, so ist

$$\partial \nu = \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} \text{ und } \partial s = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}^3 \varphi},$$

und damit giebt die Tafel IV. das Integral

$$s = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{\text{Sin.} \varphi}{\text{Cos.}^2 \varphi} + \text{Log.} \frac{1 + \text{Sin.} \varphi}{\text{Cos.} \varphi} \right].$$

Fig. 277. Ebenso hat man auch für die *logarithmische Spirale* aMN

$$r = a^\nu,$$

wo r = AM und wo ν der Winkel MAC der r mit ein[er] durch den Pol A gehenden festen Geraden AC ist. Die Gleichung giebt aber

$$\partial r = a^{\nu} . \partial \nu . \text{Log.} a .$$

...t man daher der Kürze wegen

$$b = \sqrt{\frac{1 + \text{Log.}^2 a}{\text{Log.}^2 a}},$$

...indet man

$$\partial s = \sqrt{\partial r^2 + r^2 \partial \nu^2} = a^{\nu} . \partial \nu . \sqrt{1 + \text{Log.}^2 a}$$

...daher auch das Integral dieses Ausdruckes

$$s = b r.$$

...die *hyperbolische Spirale* abdM hat man bekanntlich Fig. 278.

$$a = r . \nu ,$$

CM = r und der Winkel XCM = ν ist, und diese Glei-...g läſst sich ebenso, wie die vorhergehende, behandeln.

...9) Suchen wir noch, zum Beschlusse dieses ersten Ab-...itts, die Rectification der *Ellipse* BDC, deren Halbaxen Fig. 279. = a und AD = b sind. Nennt man AP = x und PM = y, ...hat man für die bekannte Gleichung dieser Curve

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

...t man aber x = a Sin. φ und y = b Cos. φ, so geht die ...e allgemeine Gleichung (A) sofort in die folgende über:

$$\partial s = a \partial \varphi . \sqrt{1 - e^2 \text{Sin.}^2 \varphi},$$

...man der Kürze wegen $a e = \sqrt{a^2 - b^2}$ sетzt.

Allein dieser Ausdruck läſst sich, wie man ihn auch, et-...durch Einführung anderer Hülfsgröſsen, verändern mag, ...der durch unsere Tafel, noch auch sonst durch irgend ein ...tel in einem *geschlossenen Ausdrucke* integriren. Ent-...ickelt man aber die Gröſse $\sqrt{1 - e^2 \text{Sin.}^2 \varphi}$ nach dem Bino-...m in eine Reihe, so erhält man

$$\ldots = a \partial \varphi \left[1 - \tfrac{1}{2} e^2 \text{Sin.}^2 \varphi - \frac{1}{1.2.2^2} e^4 \text{Sin.}^4 \varphi - \frac{1.3}{1.2.3.2^3} e^6 \text{Sin.}^6 \varphi - \frac{1.3.5}{1.2.3.4.2^4} e^8 \text{Sin.}^8 \varphi - \ldots \right].$$

...e einzelnen Glieder dieser Reihe aber lassen sich, wie man ...ht, nach Tafel I. integriren, so daſs man erhält

$$\frac{s}{a} = \varphi - \tfrac{1}{2}e^2\left(\tfrac{1}{2}\varphi - \frac{1}{2^2}\,\mathrm{Sin.}2\varphi\right)$$
$$-\frac{1.1}{2.4}e^4\left(\frac{1.3}{2.4}\varphi - \frac{4}{2^4}\,\mathrm{Sin.}2\varphi + \frac{1}{2^4.2}\,\mathrm{Sin.}4\varphi\right)$$
$$-\frac{1.1.3}{2.4.6}e^6\left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\varphi - \frac{15}{2^6}\,\mathrm{Sin.}2\varphi + \frac{6}{2^6.2}\,\mathrm{Sin.}4\varphi\right.$$
$$\left. - \frac{1}{2^6.3}\,\mathrm{Sin.}6\varphi\right) - \ldots$$

und wenn ae gegen a oder wenn e gegen die Einhe[it] sehr klein ist, wie dieses gewöhnlich bei den Ellipsen de[r Fall] ist, die man in der Astronomie und in andern physika[lischen] Problemen betrachtet, so convergirt diese Reihe sehr sc[hnell], so dafs man sich daher mit ihren ersten Gliedern beg[nügen] kann, um den Bogen s = CM zu finden, der dem W[inkel] CAM = φ entspricht. Um den Quadranten oder den v[ierten] Theil des Umfangs der Ellipse zu erhalten, wird man i[n dem] vorhergehenden Ausdrucke $\varphi = 90^\circ = \frac{1}{2}\pi$ setzen. Nimm[t man] dann die so erhaltene Gröſse viermal, so hat man für den U[m]fang der ganzen Ellipse den Ausdruck

$$2a\pi\left[1 - (\tfrac{1}{2}e)^2 - \tfrac{1}{3}\left(\frac{1.3}{2.4}e^2\right)^2 - \tfrac{1}{5}\left(\frac{1.3.5}{2.4.6}e^3\right)^2\right.$$
$$\left. - \tfrac{1}{7}\left(\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}e^4\right)^2 - \ldots\right]$$

Für a = b oder für e = 0 erhält man den Umfang des K[rei]ses vom Halbmesser a, der also gleich $2a\pi$ ist, wie beka[nnt].

Das Vorhergehende wird hinreichen, den Nutzen u[nse]rer Tafel bei den Rectificationen der Curven zu zeigen. G[ehen] wir nun zu der Bestimmung der ebenen Flächen über, wel[che] diese Curven einschlieſsen. Diese Bestimmung wird gewöh[n]lich die *Quadratur* der Curven genannt.

B. Quadratur der Curven.

Diese wird, nach dem Vorhergehenden, durch die bei[den] allgemeinen Ausdrücke bestimmt:

$$\partial F = y\,\partial x \;\ldots\; \text{(B)}$$

oder auch für Polarcoordinaten

$$\partial F = \tfrac{1}{2} r^2 \partial \varphi \; . \; . \; . \quad (B').$$

m wir nun hier dieselben Curven wieder durchgehn, en wir, zur Ersparung des Raumes, nur die Resultate der her gehörenden Rechnungen anführen.

1) Für den *Kreis* hat man wieder $x^2 + y^2 = a^2$, also auch, $x = a \,\mathrm{Sin.}\varphi$ und $y = a \,\mathrm{Cos.}\varphi$ gesetzt wird, statt der chung (B)

$$\partial F = a^2 \partial \varphi \,\mathrm{Cos.}^2 \varphi$$

daher nach Tafel II. das Integral

$$F = \tfrac{1}{2} a^2 (\varphi + \tfrac{1}{2} \mathrm{Sin.}\, 2\varphi),$$

a F mit φ zugleich verschwindet.

Für $\varphi = \frac{1}{2}\pi$ erhält man die Fläche des Quadranten gleich π, also auch die Fläche des ganzen Kreises gleich $a^2\pi$, bekannt.

2) Für die *Ellipse* ist

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$x = a \,\mathrm{Sin.}\varphi, \quad y = b \,\mathrm{Cos.}\varphi,$$

auch die Gleichung (B)

$$\partial F = a b \,\partial \varphi \,\mathrm{Cos.}^2 \varphi$$

daher nach Tafel II.

$$F = \tfrac{1}{2} a b \; (\tfrac{1}{2} \mathrm{Sin.}\, 2\varphi + \varphi),$$

F=0 für $\varphi = x = 0$ verschwindet. Nimmt man die- Werth von F für $\varphi = \frac{1}{2}\pi$ viermal, so erhält man für die che der ganzen Ellipse den Ausdruck $ab\pi$. Ist $a = b$, so lt man für die Fläche des Kreises $a^2\pi$, wie zuvor.

3) Für die *Astrois* ist

$$x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2}{3}}$$

$$x = a \,\mathrm{Cos.}^3 \varphi, \text{ so wie } y = a \,\mathrm{Sin.}^3 \varphi,$$

auch die Gleichung (B)

$$\partial F = -3 a^2 \partial \varphi \,\mathrm{Sin.}^4 \varphi \,\mathrm{Cos.}^2 \varphi.$$

ist aber

$$\mathrm{Sin.}^4 \varphi = \tfrac{1}{8} (\mathrm{Cos.}\, 4\varphi - 4 \,\mathrm{Cos.}\, 2\varphi + 3)$$

$$\mathrm{Cos.}^2 \varphi = \tfrac{1}{2} (\mathrm{Cos.}\, 2\varphi + 1).$$

Multiplicirt man diese Ausdrücke und bemerkt man, daß überhaupt

$$\text{Cos.}\,\alpha\,\text{Cos.}\,\beta = \tfrac{1}{2}\,\text{Cos.}(\alpha+\beta) + \tfrac{1}{2}\,\text{Cos.}(\alpha-\beta)$$

ist, so erhält man

$$\partial F = \frac{3a^2}{32}\partial\varphi(\text{Cos.}\,2\varphi + 2\,\text{Cos.}\,4\varphi - \text{Cos.}\,6\varphi - 2)$$

und davon ist das Integral nach Tafel II.

$$F = \frac{3a^2}{32}(\pi - \tfrac{1}{6}\,\text{Sin.}\,6\varphi + \tfrac{1}{2}\,\text{Sin.}\,4\varphi + \tfrac{1}{2}\,\text{Sin.}\,2\varphi - \varphi),$$

wenn F für $\varphi = 90^\circ$, das heifst, für $x = 0$ verschwindet. Nimmt man diesen Werth von F viermal, so erhält man für die ganze Fläche der Astrois den Ausdruck $\frac{3}{8}a^2\pi$.

4) Für die *Cykloide* war

$$x = a(\varphi - \text{Sin.}\,\varphi) \text{ und } y = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi)$$

und damit giebt die Gleichung (B)

$$\partial F = a^2\partial\varphi(1 - 2\,\text{Cos.}\,\varphi + \text{Cos.}^2\,\varphi),$$

also auch nach Tafel II.

$$F = \tfrac{3}{2}a^2\varphi - 2a^2\,\text{Sin.}\,\varphi + \tfrac{1}{4}a^2\,\text{Sin.}\,2\varphi,$$

wenn F, φ und x zugleich verschwinden. Dieser Werth von F für $\varphi = \pi$ zweimal genommen giebt die Fläche der ganzen Cykloide gleich $3a^2\pi$, also dreimal so grofs, als die Fläche ihres erzeugenden Kreises.

5) Für die *Kettenlinie* hatten wir

$$\partial x = \frac{a\,\partial\varphi\,\text{Sin.}\,\varphi}{\text{Cos.}^2\varphi} \text{ und } \partial y = \frac{a\,\partial\varphi}{\text{Cos.}\,\varphi},$$

und da $x = \frac{a}{\text{Cos.}\,\varphi} - a$ ist, so hat man auch

$$x\,\partial y = \frac{a^2\partial\varphi}{\text{Cos.}^2\varphi} - \frac{a^2\partial\varphi}{\text{Cos.}\,\varphi}$$

und davon ist das Integral nach Tafel IV.

$$\int x\,\partial y = a^2\,\text{Tang.}\,\varphi - a^2\,\text{Log. Tang.}\,\frac{90^\circ+\varphi}{2},$$

wenn dieses Integral mit φ zugleich verschwindet. Allein die allererste der oben angeführten Gleichungen, aus der wir zum Grunde alles Uebrige abgeleitet haben, ist

$$\int y\,\partial x = xy - \int x\,\partial y,$$

also ist auch, in Verbindung mit der Gleichung (B), die gesuchte Fläche $F = \int y\,\partial x$ der Kettenlinie

$$F = \frac{a^2}{\text{Cos.}\,\varphi}\,\text{Log.}\,\frac{1+\text{Sin.}\,\varphi}{\text{Cos.}\,\varphi} - a^2.\,\text{Tang.}\,\varphi.$$

6) Für die *Lemniscate* MAN'M' hat man die bekannte Fig. 280.
ichung

$$(x^2+y^2)^2 = 2a^2(x^2-y^2),$$

AP = x und PM = y ist. Diese Gleichung kann auch so gestellt werden:

$$y^2 = -a^2 - x^2 + a\sqrt{a^2+4x^2}.$$

daher

$$x^2 = a^2(\text{Cos.}\,\varphi + \text{Cos.}^2\varphi),$$

hat man

$$\sqrt{a^2+4x^2} = a(1+2\,\text{Cos.}\,\varphi)$$

daher auch

$$y^2 = a^2(\text{Cos.}\,\varphi - \text{Cos.}^2\varphi).$$

mit giebt die Gleichung (B)

$$\partial F = -\frac{a^2}{2}\partial\varphi\,\text{Sin.}\,\varphi\,[1+2\,\text{Cos.}\,\varphi].\sqrt{\frac{1-\text{Cos.}\,\varphi}{1+\text{Cos.}\,\varphi}},$$

r da man überhaupt hat

$$\sqrt{\frac{1-\text{Cos.}\,\varphi}{1+\text{Cos.}\,\varphi}} = \frac{1-\text{Cos.}\,\varphi}{\text{Sin.}\,\varphi},$$

ist auch

$$\partial F = \tfrac{1}{2}a^2\,\partial\varphi\,(2\,\text{Cos.}^2\varphi - \text{Cos.}\,\varphi - 1),$$

d davon ist das Integral nach Tafel II.

$$F = \tfrac{1}{2}a^2(1 - \text{Sin.}\,\varphi + \text{Sin.}\,\varphi\,\text{Cos.}\,\varphi),$$

n F und x für $\varphi = 90^0$ verschwindet. Setzt man in die- n Ausdrucke $\varphi = 0$, so erhält man, da dann $x = AB = AC$ $a\sqrt{2}$ wird, für die Fläche ABM oder für den Quadran- i der Curve den Ausdruck $\frac{1}{2}a^2$, also auch für die ganze iche der Lemniscate den Werth $2a^2$.

Ebenso leicht wird man auch die Quadratur der anderen n angeführten Curven finden, daher wir uns hier nicht iter dabei aufhalten, sondern sogleich zu der

C. Complanation der Flächen

rgehn, wobei wir uns zuerst nur auf die sogenannten Ro- onsflächen beschränken, die durch die Drehung irgend einer rve um eine gerade Linie entstehn, welche Gerade wir zu- ich für die Axe der x annehmen.

1) Für die *Kugelfläche*, die durch Rotation eines ses um seinen Durchmesser entsteht, hat man, wie oben dem Kreis des Halbmessers a, die beiden Gleichungen

$$x = a \,\text{Cos.}\, \varphi \text{ und } y = a \,\text{Sin.}\, \varphi,$$

also auch

$$\partial s = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2} = -a \partial \varphi,$$

mit negativem Zeichen, wenn s wächst, während φ ab... Die obige allgemeine Gleichung für die Complanation der ... men Flächen war aber

$$\partial \Phi = 2 \pi y \partial s \ldots (C),$$

also ist auch für die Kugel

$$\partial \Phi = -2 a^2 \pi \partial \varphi \,\text{Sin.}\, \varphi \text{ oder nach Tafel I.}$$

$$\Phi = 2 a^2 \pi \,\text{Cos.}\, \varphi,$$

wenn nämlich Φ für $\varphi = 90^0$ verschwindet. Dieser Au... für $\varphi = 0$ doppelt genommen giebt die Oberfläche der ... Kugel gleich $4 a^2 \pi$, wie bekannt.

2) Das sogenannte *verlängerte Sphäroid* entsteht ... die Umdrehung einer Ellipse um ihre große Axe 2a. ... Gleichung der Ellipse ist aber

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

und daraus folgt

$$\partial s = \partial x \sqrt{\frac{a^2 - e^2 x^2}{a^2 - x^2}},$$

wenn wieder $a^2 e^2 = a^2 - b^2$ gesetzt wird. Demnach geht ... sere allgemeine Gleichung (C) für diesen speciellen Fall ... folgende über:

$$\partial \Phi = 2 b \pi \partial x \sqrt{1 - \frac{e^2 x^2}{a^2}}.$$

Setzt man aber

$$\frac{ex}{a} = \text{Sin.}\, \varphi \text{ oder } \partial x = \frac{a}{e} \partial \varphi \,\text{Cos.}\, \varphi,$$

so hat man

$$\partial \Phi = \frac{2 a b \pi}{e} \partial \varphi \,\text{Cos.}^2 \varphi$$

und daher nach Tafel II.

$$\Phi = \frac{a b \pi}{e} . (\varphi + \text{Sin.}\, \varphi \,\text{Cos.}\, \varphi),$$

wenn Φ mit φ zugleich verschwindet. Will man diese...

ı von Φ durch die Abscisse x ausdrücken, so hat man, : = a Sin. φ ist,

$$\Phi = \frac{b\pi x}{a}\sqrt{a^2 - e^2 x^2} + \frac{ab\pi}{e} \text{Arc. Sin.} \frac{ex}{a}.$$

t man dieses Integral von x = 0 bis x = a doppelt, so man für die Oberfläche des ganzen verlängerten Sphäden Ausdruck

$$2b^2\pi + \frac{2ab\pi}{e} \text{Arc. Sin. e.}$$

= 0 oder a = b giebt der letzte Ausdruck die Oberfläche ugel gleich $4a^2\pi$, wie zuvor.

) *Das abgeplattete Sphäroid* aber entsteht, wenn eine : um ihre kleine Axe 2b gedreht wird. Die Gleichung

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{a^2} = 1$$

sofort mittelst der Gleichung (C′)

$$\Phi = 2a\pi \int \partial x \sqrt{1 + \frac{a^2 e^2 x^2}{b^4}}.$$

man aber

$$= \sqrt{-1}. \text{Sin.} \varphi, \text{ also auch } \partial x = \frac{b^2}{ae}\sqrt{-1}.\partial\varphi \text{Cos.} \varphi,$$

ält man

$$\partial\Phi = \frac{2b^2\pi}{e}\sqrt{-1}.\partial\varphi \text{Cos.}^2 \varphi,$$

avon ist das Integral nach Tafel II.

$$\Phi = \frac{b^2\pi}{e}\sqrt{-1}.(\varphi + \text{Sin.}\varphi \text{ Cos.}\varphi).$$

hat aber allgemein

$$\varphi\sqrt{-1} = \text{Log. nat. } (\text{Cos.}\varphi + \sqrt{-1}.\text{Sin.}\varphi),$$

t auch, wenn man die Werthe von φ und von Sin. φ Cos. φ r durch x ausdrückt,

$$\Phi = \frac{a\pi x}{b^2}.M + \frac{b^2\pi}{e}.\text{Log.}\frac{aex + M}{b^2} + \text{Const.},$$

er Kürze wegen

$$M = \sqrt{b^4 + a^2 e^2 x^2}$$

t worden ist und wo man in der Grösse nach dem Lomuszeichen auch den constanten Nenner b^2 ganz wegı kann, da er ohnehin in der Constante der Integration lten seyn kann. Soll dann Φ mit x zugleich verschwinso ist

$$\text{Const.} = -\frac{2b^2\pi}{e}\,\text{Log.}\,b.$$

Setzt man endlich in dem so erhaltenen Ausdrucke n $x = +b$ und dann $x = -b$, so giebt die Differenz b Werthe für die gesuchte Oberfläche des ganzen abgepl Sphäroids den Ausdruck

$$2a^2\pi + \frac{b^2\pi}{e}.\text{Log.}\frac{1+e}{1-e}.$$

Für $e = 0$ oder $a = b$ wird der letzte Ausdruck gleich der oben für die Kugel erhalten wurde.

4) *Rotationskörper der Astrois.* Setzt man für diese C ve, wie oben,

$$x = a\,\text{Cos.}^3\varphi \text{ und } y = a\,\text{Sin.}^3\varphi$$

so erhält man

$$\partial s = -3a\,\partial\varphi\,\text{Sin.}\varphi\,\text{Cos.}\varphi$$

und daher auch für die gesuchte Oberfläche

$$\partial\Phi = -6a^2\pi\,\partial\varphi\,\text{Sin.}^4\varphi\,\partial\varphi$$

und damit das Integral nach Taf. I. oder auch nach der e fachen Bemerkung, dafs

$$\partial\varphi\,\text{Cos.}\varphi\,\text{Sin.}^4\varphi = \partial.\tfrac{1}{5}\text{Sin.}^5\varphi$$

ist,

$$\Phi = \tfrac{6}{5}a^2\pi\,(1-\text{Sin.}^5\varphi),$$

wenn Φ für $\varphi = 90^0$ verschwindet. Dieser Ausdruck für φ doppelt genommen giebt für die Oberfläche des Körpers, cher durch Rotation der ganzen Astrois um die Axe e entsteht, den Werth $\frac{12}{5}a^2\pi$.

5) Für die *Cykloide* hatten wir oben die beiden G chungen:

$$x = a(\varphi - \text{Sin.}\varphi) \text{ und } y = a(1-\text{Cos.}\varphi),$$

also ist auch

$$y\,\partial s = a^2\,\partial\varphi\left(3\,\text{Sin.}\tfrac{1}{2}\varphi - \text{Sin.}\frac{3\varphi}{2}\right),$$

wovon das Integral nach Tafel I. ist

$$\Phi = 2\pi\int y\,\partial s = 2a^2\pi\left(\tfrac{2}{3}\text{Cos.}\tfrac{3}{2}\varphi - 6\,\text{Cos.}\tfrac{1}{2}\varphi + \frac{16}{3}\right),$$

wenn Φ mit φ zugleich verschwindet. Dieses ist als Fläche, die durch Rotation des Bogens AM der Cykloide

Fig. 274. die Axe AB entsteht. Nimmt man diesen Ausdruck

: 180° doppelt, so erhält man für die ganze so entstehende
he

$$\Phi = \frac{64}{3} a^2 \pi.$$

n sich aber der Bogen DM um die Tangente DE der
loide in ihrem höchsten Puncte D dreht, so hat man für
Gleichungen dieser Curve

$$x = a(\varphi + \text{Sin.}\,\varphi) \text{ und } y = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi),$$

auch

$$\partial s = 2a\,\partial\varphi\,\text{Cos.}\,\tfrac{1}{2}\varphi,$$

daher

$$\Phi' = \frac{16a^2\pi}{3}\,\text{Sin.}^3\tfrac{1}{2}\varphi,$$

s Φ' mit φ zugleich verschwindet. Nimmt man diesen
ruck für $\varphi = 180°$ doppelt, so erhält man für die ganze
e, die durch die Rotation des Bogens ADB um die Axe
entsteht,

$$\Phi' = \frac{32}{3} a^2 \pi.$$

n sich ferner der Bogen der Cykloide um die Axe CD
, so hat man wieder

$$x = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi) \text{ und } y = a(\varphi + \text{Sin.}\,\varphi),$$

auch

$$y\,\partial s = 2a^2\,\partial\varphi.(\varphi + \text{Sin.}\,\varphi)\,\text{Cos.}\,\tfrac{1}{2}\varphi,$$

ss man daher erhält

$$= 4a^2\pi \int (\varphi\,\partial\varphi\,\text{Cos.}\,\tfrac{1}{2}\varphi + \tfrac{1}{2}\partial\varphi\,\text{Sin.}\,\tfrac{3}{2}\varphi + \tfrac{1}{2}\partial\varphi\,\text{Sin.}\,\tfrac{1}{2}\varphi),$$

dieses Integral geht nach Tafel VII. und VIII. über in

$$' = 16a^2\pi.[\tfrac{1}{2}\varphi\,\text{Sin.}\,\tfrac{1}{2}\varphi + \text{Cos.}\,\tfrac{1}{2}\varphi - \tfrac{1}{3}\text{Cos.}^2\tfrac{1}{2}\varphi - \tfrac{2}{3}],$$

Φ'' mit φ zugleich verschwindet. Für $\varphi = 180°$ erhält
daher

$$\Phi'' = 8a^2\pi\,(\pi - \tfrac{4}{3})$$

dieses ist die Oberfläche des Körpers, der durch Rotation
alben Bogens DMA der Cykloide um die Axe CD ent-
 Wenn sich endlich der Bogen AD um die Tangente
n dem Anfangspuncte A dreht, so ist wieder

$$x = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi) \text{ und } y = a(\varphi - \text{Sin.}\,\varphi),$$

auch

$$\partial s = a\,\partial\varphi\sqrt{2 - 2\,\text{Cos.}\,\varphi},$$

und daher

$$\int y\,\partial s = 2a^2\left(4\,\mathrm{Sin.}\tfrac{1}{2}\varphi - 2\varphi\,\mathrm{Cos.}\tfrac{1}{2}\varphi - \tfrac{4}{3}\,\mathrm{Sin.}^3\tfrac{1}{2}\varphi\right),$$

wenn dieses Integral mit φ zugleich verschwindet, so d[illegible] man also hat

$$\Phi''' = 4a^2\pi\left(4\,\mathrm{Sin.}\tfrac{1}{2}\varphi - 2\varphi\,\mathrm{Cos.}\tfrac{1}{2}\varphi - \tfrac{4}{3}\,\mathrm{Sin.}^3\tfrac{1}{2}\varphi\right).$$

Für $\varphi = 360^\circ$ giebt dieser Ausdruck

$$\Phi''' = 16a^2\pi$$

für die Oberfläche des Körpers, der durch Rotation des g[illegible] zen Bogens A D B der Cykloide um die Tangente derselben [illegible] A oder B entsteht. Diese Oberfläche ist demnach gleich [illegible] Fläche eines Kreises, dessen Halbmesser gleich $4a\sqrt{\pi}$ ist.

D. Cubatur der Körper.

Wir gelangen nun zu der Bestimmung des eigentlic[illegible] Volumens V der Körper, die wir, wenn diese Körper wie durch Rotation einer Curve um die Axe der x entstan[illegible] sind, nach der obigen Gleichung

$$V = \pi\int y^2\,\partial x \;. \;. \;. \quad (D')$$

vornehmen wollen.

Bemerken wir zuerst, dafs für die von Ebenen begr[illegible] ten Körper das Volumen derselben aus der Elementargeom[illegible] bekannt ist, daher wir uns hier nicht weiter dabei aufha[illegible] Das Volumen eines Parallelepipedums, so wie jedes Pri[illegible] ist gleich dem Producte der Basis desselben in seine H[illegible] und dasselbe gilt auch von den Cylindern. Das Volumen der Pyramide, so wie jedes Kegels ist gleich dem dritten T[illegible] des Products der Basis in die Höhe. Bei ähnlichen Kör[illegible] verhalten sich überhaupt die Volumina, wie die Würfel [illegible] homologen Seiten, also z. B. die Volumina der Kugeln [illegible] die Würfel ihrer Durchmesser.

1) Da die *Kugel* aus der Umdrehung einer Kreisf[illegible] um ihren Durchmesser entsteht, so hat man, wie oben, [illegible] den Kreis

$$x = a\,\mathrm{Sin.}\varphi \text{ und } y = a\,\mathrm{Cos.}\varphi,$$

woraus sofort für das Volumen V der Kugel folgt

$$\partial V = a^3\pi\,\partial\varphi\,\mathrm{Cos.}^3\varphi$$

l hieraus

$$V = \frac{a^3 \pi}{4} (3 \,\text{Sin.}\, \varphi + \tfrac{1}{3} \,\text{Sin.}\, 3\, \varphi)$$

r

$$V = a^3 \pi (\text{Sin.}\, \varphi - \tfrac{1}{3} \,\text{Sin.}^3 \varphi),$$

nn V mit φ zugleich verschwindet. Dieser Ausdruck für $= 90^0$ doppelt genommen giebt für das Volumen der gan- i Kugel $\frac{4}{3} a^3 \pi$, wie bekannt.

2) Für das *verlängerte Sphäroid* hat man, wie zuvor,

$$x = a \,\text{Sin.}\, \varphi \text{ und } y = b \,\text{Cos.}\, \varphi,$$

a die grofse Halbaxe und zugleich die Rotationsaxe der Sphäroid erzeugenden Ellipse bezeichnet. Dieses giebt

$$\partial V = a b^2 \pi \,.\, \partial \varphi \,\text{Cos.}^3 \varphi,$$

auch das Integral nach Tafel II.

$$V = \frac{a b^2 \pi}{4} (3 \,\text{Sin.}\, \varphi + \tfrac{1}{3} \,\text{Sin.} 3\, \varphi).$$

$\varphi = 90°$ erhält man das Volumen des ganzen verlängerten ároids $\frac{4}{3} a b^2 \pi$.

3) Für das *abgeplattete Sphäroid* im Gegentheile ist

$$x = b \,\text{Sin.}\, \varphi \text{ und } y = a \,\text{Cos.}\, \varphi,$$

auch

$$\partial V = a^2 b \pi \partial \varphi \,\text{Cos.}^3 \varphi$$

daher

$$V = \frac{a^2 b \pi}{4} (3 \,\text{Sin.}\, \varphi + \tfrac{1}{3} \,\text{Sin.}\, 3\, \varphi).$$

$\varphi = 90°$ erhält man das Volumen des ganzen abgeplatte- Sphäroids $\frac{4}{3} a^2 b \pi$. Das Volumen des verlängerten Sphä- s verhält sich daher zu dem des abgeplatteten, wie b zu Setzt man in dem Endausdrucke von N. 2 und 3 die Gröfse b, so erhält man $V = \frac{4}{3} a^3 \pi$ für die Kugel, wie zuvor.

4) Um überhaupt das Volumen derjenigen Körper zu fin- , die durch die Umdrehung eines Kegelschnitts um seine entstehn, hat man für die allgemeine Gleichung dieser ven der zweiten Ordnung die Gleichung

$$y^2 = 2 p x - \frac{p x^2}{a},$$

MAN die Curve, AP = x die Rotations- und Abscissen- Fig. 281. und PM = y die auf AP senkrechte Ordinate bezeich-

net und wo $p = \frac{b^2}{a}$ der sogenannte halbe Parameter FG
die Ordinate in dem Brennpuncte F des Kegelschnitts
Setzt man hier $x = a$ Sin. φ, so erhält man

$$y^2 = 2ap \operatorname{Sin.}\varphi - ap \operatorname{Sin.}^2\varphi,$$

also auch

$$\partial V = a^2 p\pi \partial\varphi (\operatorname{Sin.} 2\varphi - \operatorname{Sin}^2\varphi \operatorname{Cos.}\varphi).$$

Davon ist aber das Integral nach Tafel I. und II., wenn
mit φ zugleich verschwindet,

$$V = a^2 p\pi \operatorname{Sin.}^2\varphi . (1 - \tfrac{1}{3} \operatorname{Sin.}\varphi)$$

oder auch

$$V = p\pi x^2 \left(1 - \frac{x}{3a}\right).$$

Ist a unendlich grofs, so erhält man für das *parabolische* *noid*, das durch die Umdrehung der Parabel $y^2 = 2px$
die Abscissenaxe entsteht, den Ausdruck

$$V = p\pi x^2.$$

Für das *elliptische Konoid* oder für das bereits oben be-
tete verlängerte Sphäroid ist a positiv und $p = \frac{b^2}{a}$, also

$$V = \frac{b^2\pi x^2}{a}\left(1 - \frac{x}{3a}\right),$$

welcher Ausdruck für $x = 2a$ das Volumen des ganzen S-
roids gleich $\frac{4}{3} ab^2\pi$ giebt, wie zuvor. Setzt man endlich
Gröfse a gleich $-a$, so erhält man für das *hyperbolische* *noid*, das durch die Rotation der Hyperbel um ihre grofse
entsteht, den Ausdruck

$$V = \frac{b^2\pi x^2}{a^2}(ax + \tfrac{1}{3}x^3).$$

5) Suchen wir nun ebenso das Volumen derjenigen K-
per, die durch Rotation der *Cykloide* um irgend eine ge-
Fig. 274. Linie entstehn. Wenn sich diese Curve um die Gerade
dreht, so hat man, wenn $AP = x$ und $PM = y$ ist, w
zuvor,

$$x = a(\varphi - \operatorname{Sin.}\varphi) \text{ und } y = a(1 - \operatorname{Cos.}\varphi),$$

also auch

$$y^2\partial x = a^3\partial\varphi(1 - 3\operatorname{Cos.}\varphi + 3\operatorname{Cos.}^2\varphi - \operatorname{Cos.}^3\varphi),$$

und davon ist das Integral, wenn dasselbe zugleich mit φ ver-
schwinden soll,

$$\ldots \partial x = a^3 \left(\frac{5\varphi}{2} - \frac{15}{4}\,\mathrm{Sin.}\varphi + \tfrac{3}{4}\,\mathrm{Sin.}2\varphi - \tfrac{1}{12}\,\mathrm{Sin.}3\varphi\right),$$

…us folgt, dafs das Volumen jedes Theils des so entstan-…n Körpers zum Ausdruck hat

$$V = \frac{a^3\pi}{12}(30\varphi - 45\,\mathrm{Sin.}\varphi + 45\,\mathrm{Sin.}2\varphi - \mathrm{Sin.}3\varphi).$$

…mt man diesen Ausdruck für $\varphi = \pi$ doppelt, so erhält für das Volumen des Körpers, der durch Rotation der gan-Cykloide ADB um AB entsteht,

$$V = 5\,a^3\pi^2.$$

…n sich aber diese Cykloide um die Tangente DE des höch-Punctes D dreht, so hat man

$$x = a(\varphi + \mathrm{Sin.}\varphi) \text{ und } y = a(1 - \mathrm{Cos.}\varphi),$$

…ist auch

$$= \pi \int y^2 \partial x = \frac{a^3\pi}{12}(6\varphi - 3\,\mathrm{Sin.}\varphi - 3\,\mathrm{Sin.}2\varphi + \mathrm{Sin.}3\varphi).$$

…r Ausdruck für $\varphi = \pi$ doppelt genommen giebt

$$V' = a^3\pi^2$$

…den Körper, der durch Rotation der ganzen Fläche AMDB …die Axe DE entsteht, welcher Körper demnach dieser Axe …e convexe Seite zuwendet. Es ist demnach, wenn man …n Werth V' mit dem vorhergehenden V vergleicht, $V = 5\,V'$. …n aber das Rechteck, dessen zwei Seiten AB und AE …, um dieselbe Axe DE gedreht wird, so entsteht ein Cy-…r, dessen Volumen gleich $8a^3\pi^2$ ist. Zieht man davon Volumen $V' = a^3\pi^2$ ab, so erhält man

$$7\,a^3\pi^2$$

…das Volumen desjenigen Körpers, der durch Rotation der …he AMDBCA um die Axe DE entsteht.

Wenn sich ferner die Cykloide um die Axe CD dreht, so …man

$$x = a(1 - \mathrm{Cos.}\varphi) \text{ und } y = a(\varphi + \mathrm{Sin.}\varphi),$$

…ist auch

$$y^2 \partial x = a^3 \partial\varphi(\varphi^2\,\mathrm{Sin.}\varphi + 2\varphi\,\mathrm{Sin.}^2\varphi + \mathrm{Sin.}^3\varphi)$$

daher das Volumen des auf diese Art entstehenden …pers

$$V'' = a^3\pi[\varphi^2(\tfrac{1}{2} - \mathrm{Cos.}\varphi) + 2\varphi(\mathrm{Sin.}\varphi - \mathrm{Sin.}2\varphi)$$
$$+ \tfrac{3}{4}\,\mathrm{Cos.}\varphi - \mathrm{Cos.}2\varphi + \tfrac{1}{12}\,\mathrm{Cos.}3\varphi - \tfrac{1}{3}].$$

$\varphi = \pi$ giebt dieser Ausdruck

$$V'' = \frac{3a^3\pi}{2}\left(\pi^2 - \frac{16}{9}\right)$$

für das Volumen des Körpers, der durch Rotation der F AMDC um die Axe CD entsteht. Wenn sich endlich cykloidische Fläche um die Tangente AE im Scheitel A d so ist

$$x = a(1 - \text{Cos.}\,\varphi) \text{ und } y = a(\varphi - \text{Sin.}\,\varphi),$$

also auch das Volumen des so entstehenden Körpers

$$V''' = a^3\pi\left[\tfrac{5}{4}\text{Cos.}\,\varphi + \tfrac{1}{4}\text{Cos.}\,2\varphi + \tfrac{1}{12}\text{Cos.}\,3\varphi - \tfrac{19}{12}\right]$$
$$+ a^3\pi\left[2\varphi\,\text{Sin.}\,\varphi - \tfrac{1}{2}\varphi\,\text{Sin.}\,2\varphi - \varphi^2\left(\tfrac{1}{2} + \text{Cos.}\,\varphi\right)\right].$$

Für $\varphi = 2\pi$ erhält man

$$V''' = 6a^3\pi^3,$$

und dieses ist das Volumen des Körpers, der durch Ro der ganzen Fläche AMDB um die Axe AE entsteht. fserdem hat man zwischen diesen verschiedenen Körpe Gleichung

$$V''' = 6\pi V' = \tfrac{6}{5}\pi V.$$

Um zu sehen, mit welcher Leichtigkeit man diese Int mit Hülfe der kleinen Tafel erhält, die wir oben aufg haben, kann man damit das Cap. V. des ersten Buchs Mécanique von Poisson, zweite Auflage, p. 121—168. gleichen, wo nur einige dieser die Cykloide betreffenden grale auf die gewöhnliche Weise und nicht ohne beso complicirte Kunstgriffe gefunden werden können. Zug ersieht man leicht, dafs dasselbe Verfahren sich nicht blofs solche Flächen und Körper, die durch Rotation um die der x entstanden sind, sondern auch sofort auf alle diejen ausdehnen läfst, die in Beziehung auf irgend eine ge durch diese Körper gehende Linie zu beiden Seiten d
Fig. 268. Linie *symmetrisch* gebaut sind. Bezeichnet nämlich AB solche gerade Linie und heifst X die Fläche des auf Linie senkrechten Schnitts MN oder mn, so läfst sich hier, wie oben bei den Rotationskörpern, der um die AB symmetrische Körper als aus unendlich dünnen Cylin bestehend betrachten, von welchen die (hier nicht mehr k förmige) Basis jener Schnitt X und die Höhe ∂x ist, w man nämlich die Linie AB zugleich für die Axe der x an nommen hat, was immer unserer Willkür überlassen bl

Digitized by Google

ses vorausgesetzt wird man dann für das gesuchte Volu-
i V des Körpers den Ausdruck haben

$$V = \int X \partial x.$$

nden wir dieses sogleich auf das Ellipsoid mit drei Axen
2b und 2c an, dessen Gleichung zwischen den drei recht-
ligen Coordinaten bekanntlich ist:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1.$$

rd diese Fläche durch eine auf die Axe der x senkrechte
ne geschnitten, so wird dieser Schnitt, dessen Fläche
ch X dargestellt ist, die Gestalt einer Ellipse haben, und
man allgemein hat

$$\frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1 - \frac{x^2}{a^2},$$

eht man, wenn man diese Gleichung mit der allgemeinen
chung der Ellipse

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1$$

mmenstellt, dafs die Halbaxen jenes elliptischen Schnit-
sind:

$$b.\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}} \text{ und } c.\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}},$$

dafs man daher für die Fläche dieses Schnittes nach dem
hergehenden den Ausdruck haben wird

$$X = bc\pi.\left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right).$$

zt man also wieder $x = a \text{ Cos.}\,\varphi$, so erhält man

$$X = bc\pi \text{ Sin.}^2\,\varphi$$

d

$$\partial V = - abc\pi \partial\varphi \text{ Sin.}^3\,\varphi,$$

won das Integral nach Tafel I. ist

$$V = \tfrac{1}{4} abc\pi (3 \text{ Cos.}\,\varphi - \tfrac{1}{3} \text{ Cos.}\,3\varphi)$$

er auch

$$V = abc\pi (\text{Cos.}\,\varphi - \tfrac{1}{3} \text{ Cos.}^3\,\varphi),$$

nn V für $\varphi = 90^\circ$ verschwindet. Dieser Ausdruck für
$= 0$ doppelt genommen giebt das Volumen des *Sphäroids*
it *drei Axen* gleich

$$V = \tfrac{4}{3} abc\pi.$$

Ist $b = c$, so erhält man aus der letzten Gleichung das V lumen des verlängerten Sphäroids gleich $\frac{4}{3} a b^2 \pi$; ist ab $a = c$, so hat man für das abgeplattete Sphäroid $\frac{4}{3} a^2 b \pi$, u ist endlich $a = b = c$, so erhält man für das Volumen Kugel den Ausdruck $\frac{4}{3} a^3 \pi$, alles mit dem Vorhergehen übereinstimmend.

E. Statische Bestimmung der Oberfläche u des Volumens der Körper.

Nehmen wir nun an, dafs die krumme Linie, durch ren Rotation um die Axe der x eine Fläche erzeugt wer soll, um irgend einen *inneren* Punct derselben nach a Richtungen von diesem Puncte aus symmetrisch gekrümmt so dafs einem jeden Elemente der Curve auf der einen S dieses Punctes ein ebenso weit von diesem Puncte entfer zweites Element auf der anderen entgegengesetzten Seite d ses Punctes entspreche, zwischen welchen beiden Elem daher jener Punct in der Mitte liegen mufs. Da dasselbe, w gen des vorausgesetzten symmetrischen Baues der ganzen Cu von jedem correspondirenden Elementenpaare der Curve Beziehung auf jenen inneren Punct gelten soll, so wird die Punct als der *Mittelpunct* der ganzen Curve zu betrach seyn, wie dieses z. B. bei dem Kreise, der Ellipse, d Astrois u. u. w. der Fall ist. Sey MNM′ eine solche sy
Fig. 282. metrische Curve und C ihr Mittelpunct, so wie MCM′ irge eine durch diesen Mittelpunct gehende Sehne oder ein Durch messer der Curve. Man ziehe in der Ebene dieser Curv *aufser* derselben, die Gerade PAP′ in einer willkürlich Richtung und nehme diese Gerade für die Axe der x, so d die von den Puncten M, C, M′... auf diese Gerade gefäll ten Lothe die Ordinaten dieser Curve bezeichnen. *Noch* se CQ und M′Q′ mit der Abscissenaxe PP′ parallel. Da für di symmetrische Curve, der Voraussetzung gemäfs, *die Distan* der beiden Puncte M und M′ von dem Mittelpuncte C gleich grofs oder da $CM = CM'$ ist, so hat man auch in den be den rechtwinkligen Dreiecken CMQ und CM′Q′ die Sei $QM = Q'C$. Bezeichnet man daher durch y die Ordinaten PM und PM′ von je zwei zusammengehörenden Puncten M

M′ der Curve und nennt man Y die Ordinate AC des ‑lpunctes C, so hat man

$$PM = AC + QM$$

$$P'M' = AC - Q'C,$$

‑uch, wenn man diese beiden Gleichungen addirt, da =P′M′ = y und AC = Y ist,

$$y = Y,$$

daher auch, da das Element $\partial s = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2}$ des Bo‑ der Curve in dem Puncte M dasselbe, wie in M′, ist,

$$y \partial s = Y \partial s.$$

‑nt man aber die Summe aller dieser Ausdrücke für jedes ‑tenpaar der Curve, so hat man

$$\int y \partial s = \int Y \partial s$$

, da Y = AC eine constante Gröſse und da $\int \partial s = s$ ist, den Umfang der ganzen Curve bezeichnet,

$$\int y \partial s = Ys.$$

dem Vorhergehenden ist aber die Oberfläche Φ eines ‑ionskörpers, dessen Drehungsaxe zugleich die Axe der , gleich

$$\Phi = 2\pi \int y \partial s,$$

ist auch, wenn man in dieser Gleichung den Werth des ‑grals $\int y \partial s$ aus der vorhergehenden Gleichung substituirt,

$$\Phi = 2\pi . YS \ . \ . \ . \quad (E)$$

S den Umfang der ganzen Curve und Y den senkrechten ‑and ihres Mittelpuncts von der Rotationsaxe bezeichnet.

Man sieht aus dieser Darstellung, daſs der erhaltene Werth Φ immer derselbe bleibt, welche Lage auch die Curve ihren Mittelpunct C einnimmt, wenn nur die senkrechte ‑nz y ihres Mittelpuncts von der Drehungsaxe nicht ge‑ ‑rt wird. Derselbe Schluſs wird sich aber auch auf das ‑men derjenigen Körper anwenden lassen, welche durch ‑tion der Fläche einer solchen symmetrischen Curve um ‑d eine Axe PP′ entstehn. Wie nämlich nach der Glei‑ ‑g (E) die Oberfläche dieser Körper als das Product des ‑angs S der Curve in die Peripherie $2\pi Y$ des Kreises, ‑en Halbmesser Y ist, betrachtet wurde, so wird auch das ‑men V derselben Körper durch das Product der Fläche F

dieser Curve (welche Größe F wir oben gesu… die Peripherie $2\pi Y$ desselben Kreises dargestel… daſs man demnach für das Volumen dieser Kör… druck haben wird:

$$V = 2\pi . YF \ldots (F)$$

In der Statik oder in der Lehre von dem Gleich… Körper wird dieser Mittelpunct bekanntlich der … der Curven oder der Flächen genannt.

Gehn wir nun zu der Anwendung dieser b… chen Gleichungen über und betrachten wir zuers… fache geradlinige Figuren.

I. Für Körper, die durch Rotation eines re… *Dreiecks* entstehn, sey a der Halbmesser des di… mäſsigen, d. h. gleichseitigen, Dreiecke umschrieb… ses, so ist bekanntlich die Seite dieses Dreiecks g… also ist auch der Umfang S und die Oberfläch… Dreiecks

$$S = 3a\sqrt{3} \text{ und } F = \tfrac{3}{4} a^2 \sqrt{3}.$$

Nennt man also $Y = d$ die senkrechte Distanz d… puncts des Dreiecks von seiner Rotationsaxe, so ha… die Oberfläche Φ und für das Volumen V des Kör… durch Rotation des gleichseitigen Dreiecks um *jene A*… steht, nach den beiden allgemeinen Gleichungen (E)…

$$\Phi = 6ad\pi\sqrt{3}$$

und

$$V = \tfrac{3}{2} a^2 d\pi\sqrt{3}.$$

Fig. 223. Dreht sich also z. B. das Dreieck ABC um eine du… nen Scheitel C gehende, mit der Basis AB parallele A… ist $d = a$, also auch

$$\Phi' = 6a^2\pi\sqrt{3} \text{ und } V' = \tfrac{3}{2} a^3\pi\sqrt{3},$$

oder auch, wenn $b = a\sqrt{3}$ die Seite des Dreiecks bez…

$$\Phi' = 2b^2\pi\sqrt{3} \text{ und } V' = \tfrac{1}{2} b^3\pi.$$

Dreht sich aber dasselbe Dreieck um seine Basis AB, … $d = \tfrac{1}{2} a$ und daher

$$\Phi'' = 3a^2\pi\sqrt{3} = b^2\pi\sqrt{3}$$

und

$$V'' = \tfrac{3}{4} a^3\pi\sqrt{3} = \tfrac{1}{4} b^3\pi.$$

die Rotation des *regelmäfsigen Vierecks* sey a ser des dem Quadrate umschriebenen Kreises, so des Quadrats $b = a\sqrt{2}$ und der Umfang , so wie die Fläche desselben $F = 2a^2$. Bezeichder hier und in der Folge d den senkrechten Abittelpuncts der Figur von der Rotationsaxe, so ist

$$\Phi = 8ad\pi\sqrt{2} \text{ und } V = 4a^2d\pi.$$

also das Quadrat ABCD um eine seiner Seiten Fig. 284.

$$d = \frac{a}{\sqrt{2}} \text{ und daher}$$

$$\Phi' = 8a^3\pi = 4b^2\pi,$$
$$V' = 2a^3\pi\sqrt{2} = b^3\pi.$$

aber das Quadrat um eine Gerade ab, die durch Fig. A des Quadrats parallel mit der Diagonale BD 285. t man $d = a$ und daher

$$\Phi'' = 8a^2\pi\sqrt{2} = 4b^2\pi\sqrt{2}$$

$$V'' = 4a^3\pi = b^3\pi\sqrt{2}.$$

Ebenso hat man für die Rotation des regelmäfsigen wenn wieder a den Halbmesser des ihm umschrieteises bezeichnet, für die Seite des Fünfecks den

$$a\sqrt{\frac{5-\sqrt{5}}{2}},$$

h für den Umfang

$$S = 5a\sqrt{\frac{5-\sqrt{5}}{2}}$$

t die Fläche des Fünfecks

$$F = \frac{5a^2}{4}\sqrt{\frac{5+\sqrt{5}}{2}}.$$

erhält man aber für die Oberfläche Φ und das Volu- V des durch Rotation des Fünfecks entstandenen Körpers

$$\Phi = 10ad\pi\sqrt{\frac{5-\sqrt{5}}{2}}$$

$$V = \frac{5}{2}a^2d\pi\sqrt{\frac{5+\sqrt{5}}{2}}.$$

Wird dieses Fünkeck z. B. um eine seiner Seiten ge[...] so ist $d = \frac{1}{4}a(1+\sqrt{5})$, also auch

$$\Phi' = 5a^2\pi\sqrt{\frac{5+\sqrt{5}}{2}}$$

und

$$V' = \frac{5}{4}a^3\pi\sqrt{5+2\sqrt{5}}.$$

Wird aber das Fünfeck um eine Gerade gedreht, die [...] eine Spitze des Polygons geht und auf den Radius des[...] senkrecht steht, so ist $d = a$ und daher

$$\Phi'' = 10a^2\pi\sqrt{\frac{5-\sqrt{5}}{2}}$$

und

$$V'' = \frac{5}{2}a^3\pi\sqrt{\frac{5+\sqrt{5}}{2}}.$$

IV. Gehn wir nun auch zu einigen krummlinige[n] F[igu]ren über und betrachten wir unter diesen zuerst die e[in]ste oder den *Kreis*. Ist a der Halbmesser desselben, s[o hat] man für den Umkreis S und für die Fläche F dieser Fig[ur die] bekannten Ausdrücke

$$S = 2a\pi \text{ und } F = a^2\pi.$$

Wird also dieser Kreis um eine aufser ihm liegende Axe ge[dreht] und heifst d der senkrechte Abstand des Mittelpuncts von [die]ser Axe, so hat man für die Oberfläche Φ und für das V[o]lumen V des so entstehenden Körpers

$$\Phi = 4ad\pi^2 \text{ und } V = 2a^2d\pi^2 \text{ oder } V = \tfrac{1}{2}a\Phi.$$

Ist daher $d = a$ oder wird der Kreis um eine seiner T[an]genten gedreht, so ist

$$\Phi' = 4a^2\pi^2 \text{ und } V' = 2a^3\pi^2.$$

V. Die Fläche der Ellipse, deren Halbaxen a und b [ist,] wurde oben gleich $F = ab\pi$ gefunden. Wird daher die[se El]lipse um ihre Tangente im Endpuncte der grofsen Axe ge[dreht,] so ist $d = a$ und demnach

$$V = 2a^2b\pi^2.$$

Wird sie aber um ihre Tangente im Endpuncte der k[leinen] Axe gedreht, so ist $d = b$ und daher

$$V = 2ab^2\pi^2.$$

man in den beiden letzten Ausdrücken $a = b$, so erhält

$$V = 2a^3\pi^2$$

e Rotation des Kreises um seine Tangente.

I. Für die Fläche der Lemniscate haben wir oben die $F = 2a^2$ gefunden, wo $AB = AC = a\sqrt{2}$ ist. Geht Fig. 280.
ie Drehungsaxe durch den Scheitel B senkrecht auf BC, $Y = ab = a\sqrt{2}$ und daher auch das Volumen des durch otation dieser Curve entstandenen Körpers

$$V = 2\pi . YF = 4a^3\pi . \sqrt{2}.$$

II. Für die Rotation der Astrois wurde oben der Um- $= 6a$ und die Fläche $F = \frac{3a^2\pi}{8}$ gefunden. Ist also d der senkrechte Abstand des Mittelpuncts A der Astrois Fig. 272.
er Rotationsaxe, so hat man

$$\Phi = 12ad\pi \text{ und } V = \tfrac{3}{4}a^2d\pi^2.$$

also die Astrois um eine Gerade gedreht, die durch den D oder E parallel mit der Abscissenaxe BC geht, so $= a$ und daher

$$\Phi' = 12a^2\pi \text{ und } V' = \tfrac{3}{4}a^3\pi^2.$$

aber die Rotationsaxe durch zwei benachbarte Spitzen C oder C und D, so ist $d = \frac{a}{\sqrt{2}}$ und daher

$$\Phi'' = \frac{12a^2\pi}{\sqrt{2}} \text{ und } V'' = \frac{3a^3\pi^2}{4\sqrt{2}}.$$

III. Um auf dieselbe Weise auch die Oberfläche und olumen desjenigen Körpers zu finden, der durch die Ro- der Cykloide entsteht, so ist uns zwar der Ort des Fig. 274.
puncts dieser Curve nicht unmittelbar und ohne Rech- wie bei den vorhergehenden krummen Linien, bekannt, es ist gewifs, dafs derselbe irgendwo in der Linie CD mufs, weil die Curve zu beiden Seiten dieser Geraden etrisch vertheilt ist.

mmt man daher die Rotationsaxe mit dieser Geraden CD el und von ihr um die senkrechte Distanz d entfernt, so an, da nach dem Vorhergehenden

$$F = 3a^2\pi \text{ und } S = 8a$$

ist, für den so entstehenden Rotationskörper die Ausdr...

$$O = 16 a d x \text{ und } V = 6 a^2 d x^2.$$

Ist also diese Rotationsaxe zugleich die Tangente A E im ...tel A der Cykloide, so ist C A = a x = d und daher

$$O = 16 a^2 x^2 \text{ und } V = 6 a^3 x^3,$$

ganz übereinstimmend mit dem, was wir oben für den Körper mit Hülfe unserer kleinen Tafel gefunden haben.

F. Oberfläche und Volumen der regelm... gen Polyeder.

Beschließen wir diesen Gegenstand mit der Ang... Oberfläche und des Volumens der sogenannten *plato...* d. h. derjenigen Körper, die durchaus von gleichen ... mäßsigen Polygonen begrenzt werden und deren körperliche ...kel alle unter sich gleich sind. Solcher Körper giebt ... kanntlich nur *fünf*, nämlich: I. das *Hexaeder* oder der ...fel, der von sechs gleichen Quadraten begrenzt wird; II. *Tetraeder*, das von vier, III. das *Oktaeder*, das von ach... IV. das *Ikosaeder*, das von zwanzig gleichen und gleic...gen Dreiecken, und endlich V. das *Dodekaeder*, das ... zwölf regelmäßsigen Fünfecken eingeschlossen wird.

Sey m die Anzahl der Seiten jedes körperlichen W... oder die Anzahl der Polygone, welche in jeder Ecke des ...pers in einem Puncte zusammenstoßsen, und sey n die ... der Seitenlinien jedes einzelnen Polygons oder die Zahl ... jede Ebene des Körpers begrenzenden Linien, so hat ... für das

	m		n
Hexaeder	3	. . .	4
Tetraeder . . .	3	. . .	3
Oktaeder	4	. . .	3
Ikosaeder	5	. . .	3
Dodekaeder . . .	3	. . .	5

Fig. 286. Legt man nun durch den Mittelpunct O und durch ... Kanten (Seitenlinien) A C des Polyeders Ebenen, so g... durch jede Spitze A, C... des Polyeders m solche Ebe... Heißst daher 2α der Winkel je zwei nächster solcher du...

und dieselbe Spitze gehender Ebenen, so ist $2\alpha = \frac{360°}{m}$.
t man dann aus dem Mittelpuncte B oder E der das Po-
r begrenzenden Polygone zu denselben Spitzen A, C...
le Linien und heifst man 2β den Winkel ABC oder
C je zwei nächster dieser geraden Linien, so ist ebenso
$= \frac{360°}{n}$. Zieht man aber aus denselben Mittelpuncten B, E...
die Kanten AC die senkrechten Linien BD, ED, die
nder in dem Puncte D begegnen, so ist der Winkel
E = N der *Neigungswinkel* der Polygone oder der Sei-
chen des Polyeders gegen einander, so wie zugleich die
OA = R den Halbmesser der um und OB = r den
messer der in das Polyeder beschriebenen Kugel bezeich-
Endlich wollen wir noch durch f die Fläche eines das
der begrenzenden Polygons, durch Φ die ganze Oberflä-
des Polyeders und endlich durch V das Volumen oder
körperlichen Inhalt des Polyeders bezeichnen. Um nun
Gröfsen N, R, r, f, Φ und V für jedes jener fünf Po-
r zu finden, wollen wir aus dem Mittelpuncte O mit ei-
der Einheit gleichen Halbmesser eine Kugel beschreiben,
he die Linien OA, OB und OD in den Puncten a, b
d treffen soll. Dadurch erhält man ein sphärisches, in d
winkliges Dreieck abd, in welchem die beiden andern
kel folgende Werthe haben:

$$a = \alpha = \frac{180°}{m} \text{ und } b = \beta = \frac{180°}{n}.$$

em gemäfs ist also auch

$$\text{Cos. bd} = \frac{\text{Cos.}\,\alpha}{\text{Sin.}\,\beta} \text{ und Cos. ab} = \text{Cotg.}\,\alpha\,.\,\text{Cotg.}\,\beta.$$

ist aber

$$\text{Cos. bd} = \text{Cos. BOD} = \text{Sin. BDO} = \text{Sin.}\tfrac{1}{2}\text{N}$$

$$\text{Cos. ab} = \frac{\text{BO}}{\text{AO}} = \frac{\text{r}}{\text{R}},$$

ist auch

$$\text{Sin.}\tfrac{1}{2}\text{N} = \frac{\text{Cos.}\,\alpha}{\text{Sin.}\,\beta} \text{ und } \frac{\text{R}}{\text{r}} = \text{Tang.}\,\alpha\ \text{Tang.}\,\beta.$$

endlich die Kante des Polyeders AC = a, so hat man

$$AB = \frac{\frac{1}{2}a}{\text{Sin.}\,\beta}$$

und daher auch

$$R^2 = r^2 + \frac{\frac{1}{4}a^2}{\text{Sin.}^2\,\beta}.$$

Wir erhalten daher für die Bestimmung der Gröfsen N, R
r folgende Ausdrücke:

$$\text{Tang.}\,\tfrac{1}{2}N = P\,.\,\text{Cos.}\,\alpha,$$

$$R = \tfrac{1}{2}a\,P\,.\,\text{Sin.}\,\alpha$$

und

$$r = \tfrac{1}{2}a\,P\,.\,\text{Cos.}\,\alpha\ \text{Cotg.}\,\beta,$$

wo der Kürze wegen

$$P = \frac{1}{\sqrt{\text{Sin.}^2\,\alpha - \text{Cos.}^2\,\beta}}$$

gesetzt worden ist. Kennt man aber einmal diese Ausd[illegible]
so hat die Bestimmung der drei noch übrigen Gröfse[illegible]
und V keine weitere Schwierigkeit.

Wenden wir nun diese allgemeinen Formeln auf die [illegible]zelnen jener fünf Körper an, so hat man

I. für das *Hexaeder* oder für den Würfel

$$\alpha = 60^\circ,\quad \beta = 45^\circ,\quad N = 90^\circ,$$

$$R = \frac{a\sqrt{3}}{2},\quad r = \frac{a}{2},\quad f = a^2,$$

$$\Phi = 6a^2,\quad V = a^3,$$

wo a die Kante AC des Polyeders bezeichnet.

II. Für das *Tetraeder* oder die regelmäfsige, von gleichen und gleichseitigen Dreiecken eingeschlossene P[illegible]mide ist

$$\alpha = \beta = 60^\circ,\quad \text{Sin.}\,\frac{N}{2} = \frac{1}{\sqrt{3}},$$

$$R = \frac{3a}{\sqrt{24}},\quad r = \frac{a}{\sqrt{24}},\quad f = \frac{a^2\sqrt{3}}{4}.$$

$$\Phi = a^2\sqrt{3},\quad V = \frac{a^3}{6\sqrt{2}}.$$

III. Für das *Oktaeder* ist

$$\alpha = 45^0,\ \beta = 60^0,\ \mathrm{Sin.}\frac{N}{2} = \sqrt{\frac{2}{3}},$$

$$R = \frac{a}{\sqrt{2}},\ r = \frac{a}{\sqrt{6}},\ f = \frac{a^2\sqrt{3}}{4},$$

$$\Phi = 2a^2\sqrt{3},\qquad V = \frac{a^3\sqrt{2}}{3}.$$

IV. Für das *Ikosaeder* ist

$$\alpha = 36^0,\ \beta = 60^0,\ \mathrm{Sin.N} = \tfrac{2}{3},$$

$$= \frac{a}{4}\sqrt{10 + 2\sqrt{5}},\ r = \frac{a}{2}\sqrt{\frac{7+3\sqrt{5}}{6}},\ f = \tfrac{1}{4}a^2\sqrt{3},$$

$$\Phi = 5a^2\sqrt{3},\ V = \tfrac{5}{12}a^3(3+\sqrt{5}).$$

V. Für das *Dodekaeder* endlich hat man

$$\alpha = 60^0,\ \beta = 36^0,\ \mathrm{Tang.}\frac{N}{2} = \sqrt{\frac{3+\sqrt{5}}{2}},$$

$$\frac{a}{4}\sqrt{18+6\sqrt{5}},\ r = \frac{a\sqrt{50+22\sqrt{5}}}{4\sqrt{5}},\ f = \frac{5a^2}{2}\cdot\sqrt{\frac{10+2\sqrt{5}}{10-2\sqrt{5}}},$$

$$= \frac{3a^2}{8}(10+2\sqrt{5})^{\frac{3}{2}} \text{ und } V = \tfrac{1}{4}a^3(15+7\sqrt{5}).$$

Eine weitere Auseinandersetzung der Theorie dieser von ..n Flächen begrenzten Körper, die auch in der Physik, ..ders in der Krystallographie, häufig Anwendung findet, man in Klügel's mathem. Wörterbuche[1] nachsehn. Mit hier betrachteten regulären Polyedern haben sich schon ..lteren Griechen, besonders in der pythagoräischen Schule, beschäftigt. Die Pythagoräer verglichen, nach ihrer sym..chen Lehrart, das Hexaeder mit der Erde, das Tetraeder dem Feuer, das Oktaeder mit der Luft, das Ikosaeder mit Wasser und das Dodekaeder mit dem Weltall[2].

L.

S. daselbst Art. *Vieleckige Körper*. Bd. V. S. 817.

S. Plato im Timaeus. Euklid's XIII., XIV. und XV. Buch sind ..trachtung dieser Körper gewidmet. Die Netze zur Verfertigung ..Körper findet man in den mathem. Schriften Wolf's. Neuere ..suchungen darüber von Rothe, Cauchy, Gergonne, Grunert, Bd.

Volumeter,

aus dem lateinischen Worte *Volumen* und dem griechisch[en] *μέτρον* gebildet, bezeichnet drei von Hare[1] angegebene A[p]parate, welche bestimmt sind, gewisse gleich grofse V[olu]mina, zuweilen auch von ungleicher, aber bestimmter Gr[öſse] einer Gasart oder tropfbaren Flüssigkeit aus einer gröſse[ren] Masse wegzunehmen oder in ein Gefäſs hineinzubringen. [Es] scheint mir indeſs nicht angemessen, eine ausführliche [,] durch die gegebenen Zeichnungen erläuterte Beschreibung [hier] aufzunehmen, da jeder Physiker oder Chemiker bei vork[om]mender Gelegenheit eine dem speciell vorliegenden Zwe[cke] angemessene Vorrichtung nach allgemein bekannten Prin[ci]pien herstellen kann. Im Allgemeinen besteht der Appar[at aus] einem Gefäſse, welches oben und unten durch beweg[liche] Stöpsel oder Deckel verschlossen, an einer Handhabe [be]festigt und mit einem federnden Arme versehn ist, um [es in] ein anderes gegebenes gröſseres Gefäſs zu bringen, dann [den] Verschluſs durch einen Druck gegen einen Hebelarm zu [öff]nen und so die Füllung oder Entleerung desselben zu [be]werkstelligen. Nach einer andern Construction ist das Ge[fäſs] mit einer Pumpe verbunden, deren Stiefel mit gemess[enen] Abtheilungen versehn wird, um durch geringeres oder stä[rke]res Heben oder Niederdrücken des Embolus ein bestimm[tes] Volumen Gas oder Flüssigkeit aus einem Behälter wegzun[eh]men oder in denselben hineinzubringen.

M.

Steiner u. s. w. findet man in Crelle's Zeitschrift, in Férussac's [Bul]letin des sc. mathém., in Gergonne's Annales de Mathématiques, [im] Journal de l'école polytechnique u. s. w.

1 Annals of Philos. 1828. Aug. p. 126. Wiener Zeitschrift [Bd.] V. S. 99.

Vorrücken der Nachtgleichen.

Damit verbunden

..tation und Schiefe der Ekliptik.

Vorrücken der Nachtgleichen, Prä-sion; *Praecessio Aequinoctiorum*; Précession équinoxes; *Precession of Equinoxes*.

Mit diesem Worte bezeichnet man in der Astronomie die ..einung, nach welcher die *Länge* aller Fixsterne jährlich 50,2 Secunden zunimmt, während die *Breite* derselben im ..einen unverändert bleibt. Dieses kann nun entwe-..on einer wirklichen vorwärts oder östlich gehenden Be-..ng aller Fixsterne in einer der Ekliptik parallelen Rich-..kommen, oder auch von einem ebenso grofsen Rück-..gehn der Aequinoctialpuncte[1], als von welchen Puncten an Längen gezählt werden. Das Letztere ist offenbar bei ..m das Wahrscheinlichere. Diese Aequinoctialpuncte sind ..mlich die beiden einander gegenüberstehenden Durch-..tspuncte des Aequators mit der Ekliptik (der Sonnen-..). Wenn nun die Ekliptik als ruhend angenommen wird ..enn der Aequator sich, mit sich selbst parallel, von ..gen West oder gegen die Ordnung der Zeichen bewegt, ..erden dadurch auch jene Aequinoctialpuncte von Ost gen .. zurückgehn und die Länge aller Sterne wird mit der immer gröfser werden, während die Breite derselben, .. der ruhenden Ekliptik, dieselbe bleibt, ganz überein-..end mit der erwähnten Erscheinung der Präcession.

Hipparch, der gröfste Astronom des Alterthums, der um ..ahr 140 vor Chr. G. zu Alexandrien lebte, fand zuerst .. scheinbare Bewegung der Fixsterne (oder diese wahre ..egung des Aequators), indem er die 160 Jahre früher von ..ocharis und Aristill angestellten Beobachtungen der

---

1 S. Art. *Nachtgleichenpuncte.* Bd. VII. S. 5.

Länge der Fixsterne mit seinen eigenen verglich, und Pro-
mäus, der um d. J. 130 nach Chr. G. in derselben Stad-
obachtete, nahm diese Zunahme der Länge der Fixste-
runder Zahl zu einem Grad für hundert Jahre, also zu 36
cunden in einem Jahre an. Da diese Bewegung allen F-
sternen gemeinschaftlich ist und da die Breite derselben
dabei nicht ändert, so zogen schon diese beiden griechis-
Astronomen daraus den Schlufs, dafs sie ihre Ursache r-
in den Sternen selbst, sondern in einer rückwärtsgehe-
Bewegung des Aequators haben müsse. Dafs dadurch
die *Sternbilder* ihren Ort am Himmel ändern und dafs
das Sternbild des Widders nicht mehr im Frühlingspuncte
das der Waage nicht mehr im Herbstpuncte, wie ehemals, so-
nahe 30 Grade weiter gegen Osten steht, diese erste und auffal-
ste Folge der Präcession ist bereits oben[1] auseinandergesetzt
den. So stand z. B. um das Jahr 300 vor Chr. G. die Brust des
ders im Frühlingspuncte. Allein dieser Frühlingspunct st-
Jahre 2500 vor unserer Zeitrechnung in den Hyaden des S-
im Jahre 4620 im westlichen Ende der Zwillinge und im J-
in der Mitte des Krebses, so wie derselbe Punct in der
gezeit um das Jahr 4000 nach Chr. in der Mitte des W-
sermanns, im Jahre 6150 im Kopfe des Steinbocks und -
8300 in der Spitze des Pfeils des Schützen seyn wird.

A. Unmittelbare Folgen der Präcessio-

Eine unmittelbare und schon ohne Rechnung sich-
Folge der Präcession ist die Aenderung des Pols des Ae-
tors (oder des sogenannten Weltpols) unter den festen G-
nen des Himmels. Wenn nämlich der Aequator mit
selbst parallel auf der festen Ekliptik von Ost gegen West
so mufs auch der Pol des Aequators um den festen Po-
Ekliptik von Ost gegen West gehn, oder da der Winkel
Aequators mit der Ekliptik constant ist, also auch die En-
nung jener beiden Pole immer constant bleiben mufs, so
der bewegliche Pol des Aequators um den festen Pol
Ekliptik in der Richtung von Ost gegen West einen K-
beschreiben, in dessen Mittelpuncte der Pol der Ekliptik
Nach dem Vorhergehenden geht nämlich der Frühlingsp-

1 S. Art. *Sternbilder*. Bd. VIII. S. 1001.

der ruhenden Ekliptik in jedem Jahrhundert um 1,39 le westlich oder rückwärts, also geht auch der Pol des ators in der Peripherie des erwähnten Kreises in hundert n um dieselbe Gröſse von 1,39 Graden rückwärts oder n die Ordnung der himmlischen Zeichen. In unseren Taist der Nordpol des Aequators nahe bei α Ursae minoris am Ende des Schweifes von dem kleinen Bären, daher dieser Stern von uns der *Polarstern* genannt wird. Alin der Folgezeit wird er, wie der bloſse Anblick eines Himmelsglobus zeigt, durch die Mitte des Cepheus und r durch den nördlichen Flügel des Schwans, dann durch Kopf der Leier und durch den östlichen Fuſs des Hers gehn. Ebenso war dieser Pol um das Jahr 3000 vor stus auf der andern Seite bei dem Stern α im Drachen im J. 4100 vor Christus bei γ Cephei u. s. f., so daſs also Weltpol seine ganze Peripherie von 360 Graden um den der Ekliptik in nahe 25900 Jahren zurücklegen würde, Zeit, die man ehedem das *groſse* oder *platonische Jahr* nnt hat, obschon die älteren Chronologen mit diesem e auch mehrere andere groſse Perioden angedeutet ha-. Allein jene Umlaufszeit ist nicht ganz richtig, da die liche Bewegung der Aequinoctien oder der Weltpole sich der Zeit ändert, wie wir bald näher sehn werden.

Da nun die Polhöhe (oder die geographische Breite) des lnen Orte sich nicht ändert, wie alle unsere Beobachgen zeigen, während doch die Poldistanzen aller Sterne hsen, wenn der Pol von ihnen weg geht, so geschieht es, mehrere Sterne am nördlichen Himmel jetzt für uns aufuntergehn, während sie doch unsern Vorfahren an demen Orte der Erde immer über dem Horizonte verweilten, e für sie auf- oder unterzugehn. Ist nämlich φ die Polhe des Beobachtungsorts, p die Distanz eines Fixsterns vom lpole und z die vom Zenith des Beobachters, so hat für die untere Culmination des Gestirns die bekannte eine Gleichung

$$z = p - \varphi + 90^\circ,$$

also z die gröſstmögliche Zenithdistanz ist, die der Stern diese geographische Breite erhalten kann. Ist $p = \varphi$ oder $-\varphi = 0$, so ist $z = 90^\circ$ oder das Gestirn geht nicht mehr und unter, sondern berührt nur, in seiner untern Culmi-

nation, den Horizont des Beobachters. Wächst aber die P distanz p oder geht, was dasselbe ist, der Weltpol von d Gestirn weg, so wird, da φ unverändert bleibt, z gröfser 90°, und der Stern kann daher auf- und untergehn. Ni endlich p ab oder nähert sich der Pol dem Gestirne, so w z kleiner als 90° oder der Stern kann den Horizont nicht m erreichen und bleibt daher für den Beobachter immer si bar. Um diejenigen Sterne zu finden, durch welche im L der Zeiten der Pol des Aequators geht, wird man auf e Sterncharte oder auf einem Himmelsglobus um den Pol Ekliptik als Mittelpunct einen Kreis mit dem Halbmesser 23° 28′ ziehn, und die Peripherie dieses Kreises wird die suchte Bahn des Weltpols seyn, der in derselben in je Jahrhundert einen Bogen von 1,39 Graden von Ost gen W (oder gegen die Ordnung der 12 Himmelszeichen der Eklip zurücklegt. Bei dem ersten Anblick dieses Kreises sieht n dafs der Weltpol durch mehrere Jahrtausende vor und n unserer Zeit den Sternen im I. und IV. Quadranten der R ascension näher kommt und im Gegentheil von allen Ste des II. und III. Quadranten sich entfernt, dafs also die Po stanz von jenen Sternen abnimmt und die von diesen wä Der grofse Bär, der beinahe ganz im zweiten Quadranten l entfernt sich daher seit Jahrtausenden immer mehr vom oder die Poldistanzen aller seiner Sterne werden immer fser, und da für denselben Beobachtungsort die Distanz Pols vom Horizonte stets dieselbe bleibt, so werden jetzt m rere Sterne in den Füfsen des grofsen Bären auf- und un gehn, die ehemals immer über dem Horizonte dieses B achtungsortes sichtbar blieben. So sagt z. B. schon Ho von diesen Sternen des grofsen Bären, dafs sie sich ni dem Ocean baden. In der That ging dieses Gestirn zu MER's Zeiten (nahe 1000 Jahre vor Chr. G.) für Griechen nicht unter, obschon in unsern Tagen mehrere Sterne in Füfsen dieses Sternbildes für jenes Land bereits auf- und tergehn, so dafs die neueren griechischen Dichter mit R sagen können, der grofse Bär wasche wenigstens seine F täglich in den Fluthen des Oceans.

Eine weitere unmittelbare Folge der Präcession ist, unsere *Sternkataloge* und mehrere *Sterncharten* und *Himm globen* nur für eine gewisse Zeit gelten, da der Frühlingspu

Digitized by Google

Pol des Aequators, also auch der Aequator selbst mit seinen Parallelkreisen mit der Zeit durch ganz andere me geht. Seit HOMER bis auf unsere Zeiten beträgt diese rückung schon nahe 39 Grade. Wollte man alte Globen spätere Zeiten oder umgekehrt gebrauchen, so müfste man ihnen die beiden Weltpole verrücken, was nicht angeht, diese auf den Globen fest sind und die Kugel sich um sie muſs. Daher haben einige Astronomen auf solche Vortungen bei den Globen gedacht, wobei man die Stellung Weltpole, den Zeiten gemäſs, verrücken kann. CASSINI[1] ein Modell dazu vorgeschlagen und SEGNER[2] ein anderes seiner Erfindung mitgetheilt.

Präcession als Hülfsmittel zu historischen Untersuchungen.

Wenn uns aus dem Alterthum eine solche Charte oder Himmelsglobus erhalten worden wäre, auf dem man die des Aequators genau verzeichnet fände, so würden wir auf das Alter dieses Globus schlieſsen können. Sähen z. B. auf einem solchen Globus den Frühlingsnachtgleipunct bei k an der Stirne des Stiers, so würde daraus, daſs dieser Globus vor 4600 Jahren verfertigt worden da der erwähnte Stern jetzt die Länge von 64 Graden und dieser Bogen durch die Präcession in 4600 Jahren gelegt wird. Man hat auch in der That bereits mehrere Monumente des Alterthums aufgefunden. Die Ruinen alten Stadt *Denderah* (Tentyris) in Oberägypten sind durch grofsen Tempel ausgezeichnet, den uns die Zeit ohne liche Störungen erhalten hat. An der Decke dieses pels sieht man die zwölf Figuren des Thierkreises in der Ordnung, in welcher sie von der Sonne durchlaufen den. Dieser Thierkreis ist bekanntlich in den letzten Jahnach Paris gebracht worden, wo er bald der Gegenstand allgemeinen Aufmerksamkeit wurde. An der Spitze der dieser Figuren erblickt man das Sternbild des *Löwen*, zuerst über dem Thore des Tempels hervorzutreten scheint.

1 Hist. de l'Acad. des Sciences. 1708. p. 97.
2 Dessen astronom. Vorlesungen. Halle 1775. Th. I. S. 188.

Man wollte daraus den Schlufs ziehn, dafs zur Zeit der E
richtung dieses Thierkreises oder dieses Tempels die Sonne i
Anfange des Jahres im Zeichen des Löwen gewesen seyn mü
Das Ruraljahr der alten Aegyptier begann aber mit dem So
mersolstitium, zu welcher Zeit der Nil auszutreten pfleg
Nimmt man also, aus Mangel an näheren Nachrichten,
Mitte des Löwen als denjenigen Punct an, in welchem
Sonne im Anfange jenes Jahres war, so war das Solstitiu
also auch der Nachtgleichenpunct, zu jener Zeit volle 60 Gra
weiter, als es jetzt ist, gen Osten gelegen, und dieses g
einen Zeitraum von 60 dividirt durch 0,0139 oder von 4
Jahren, so dafs also jener Tempel gegen das Jahr 2740 v
Chr. G., zur Zeit des Hangti in China, erbaut worden w
Wollte man aber den *Anfang* dieses Sternbildes für den e
scheidenden Punct nehmen, so hätte man nur 40 Grade für
Präcession und die Erbauung des Tempels würde in das J
1100 vor Chr. G. oder in die Zeit von David fallen, in w
cher auch der Tempel von Jerusalem erbaut worden ist. Bi
der sich mit diesem Gegenstande sorgfältig beschäftigte u
ihm ein eigenes Werk widmete, will mit grofser Sich
heit gefunden haben, dafs die Errichtung dieses Tempels
das Jahr 700 vor unserer Zeitrechnung, also kurz nach
Erbauung Roms, fallen soll. Einen andern ägyptischen Te
pel, den zu *Latopolis*, setzt Fourier auf das Jahr 2500 v
Chr. und Dupuis sogar auf das Jahr 15000 vor dieser E
che. Da ihm aber später das so hohe Alter dieses Gebäu
doch selbst unwahrscheinlich war, so fand er für gut, anz
nehmen, dafs durch diesen Thierkreis von Latopolis nicht s
wohl die Orte der Sonne zur Zeit des Solstitiums, als vielme
die ihr gegenüberstehenden Puncte des Himmels angedeutet we
den sollen, und durch diese kleine Veränderung würde die E
bauung des Tempels um eine halbe Revolution der Aequinoc
oder um volle 13000 Jahre in der Zeit vorgerückt, so
sie auf das Jahr 2000 vor Chr. fallen müfste. Champolli
endlich und Letronne, welche diesen Thierkreis auf e
ganz andere, mehr kritische Weise untersuchten, kamen a
das Resultat, dafs diese religiösen Gebäude erst unter de
Regierung Trajan's und seiner nächsten Nachfolger erri
worden sind, und auf ähnliche Schlüsse sind auch Vis
conti und Paravey gekommen, die sich zuletzt mit diese

ı Thierkreisen beschäftigten, die man in Denderah, Lato-ı, Esne in Oberägypten und auch in Palmyra, Cathay in mehrern Städten Indiens, besonders am Ganges, ge-len hat. Die grofse Verschiedenheit der Altersbestimmun-dieser Gebäude erregt den Verdacht, dafs diese Monu-te der Vorzeit wohl nicht sehr geeignet seyn mögen, um ihnen selbst die Zeit ihrer Entstehung mit Sicherheit ab-iten, und dafs die meisten der von ihren Untersuchern ebrachten Resultate wohl nur auf blofsen Meinungen und chten beruhn, die bei dem Mangel aller ächt historischen squellen ebenso wenig eines strengen Beweises, als ei-genügenden Widerlegung fähig sind. Es ist schon schwer, nicht unmöglich, an diesen Denkmälern zu erkennen, wel-Zeichen dem Anfange des Jahrs oder den Solstitien ent-then soll. Aber wenn man auch endlich dazu gelangte, bürgt uns dafür, dafs die alten Indier oder Aegyptier, m sie z. B. die Aequinoctien in den Stier oder in Zwillinge setzten, dadurch andeuten wollten, dafs ihrer Zeit die Aequinoctien auch in der That diese e am Himmel eingenommen haben? Man kennt die t dieser Völker, mit einem hohen Alterthume ihres Ur-ngs zu prahlen und die frühesten Beherrscher ihres Lan-Tausende, ja Millionen von Jahren zurückzusetzen. Wenn en die Präcession der Aequinoctien in der That auch nur Allgemeinen bekannt war, mufsten sie durch jene Eitelkeit it verleitet werden, ihren Thierkreis absichtlich rückwärts stellen, um auch dadurch ihren Tempeln den Glanz eines en Alters bei der Nachwelt zu sichern? So haben uns Engländer erst in unsern Tagen mit sehr alten Planeten-ln der Indier bekannt gemacht, die sämmtlich von einer junction aller Planeten anfangen, die um das Jahr 3100 r Chr. G. statt gehabt haben soll. Allein als man diese al-grauen Tafeln genauer untersuchte, fand man, dafs jene all-neine Conjunction mit unsern besten neuen Planetentafeln directen Widerspruche steht, und dafs dieselben indischen feln noch eine andere, viel neuere Epoche voraussetzen, die das Jahr 1491 nach Chr. G. fällt, wo man dann, wenn n von dieser Epoche und mit der mittleren Bewegung nach r Annahme der Indier zurück rechnet, allerdings jene alte njunction wieder findet, die aber dessenungeachtet nur fictiv

ist und durch bloſse Rechnung, nicht aber, wie ihre Verfas-
sagen, durch eine eigentliche Beobachtung entstanden ist.

Indeſs gewährt uns doch die Lehre von der Präces-
mehrere Hülfsmittel zu historischen Untersuchungen der a
Zeiten. So erzählt z. B. PTOLEMÄUS in seinem Almag-
daſs EUDOX, ein Zeitgenosse PLATO's, einen der grö-
Fixsterne nahe bei dem Nordpole des Aequators gesehn ha
Da PLATO nahe 350 Jahre vor Chr. G. lebte, so kann d
ses, wie aus dem Vorhergehenden folgt, nicht unser geg
wärtiger Polarstern oder α im kleinen Bären gewesen se
der damals noch sehr weit vom Weltpole entfernt war. B
trachtet man aber den oben erwähnten Kreis von 23° 28' a
dem Globus, so findet man einen einzigen Fixstern in je
Gegend, der von bedeutender (der dritten) Gröſse ist und
der Vorzeit dem Pole sehr nahe gestanden haben kann. E
ist dieses der Stern α im Drachen, dessen Rectascension
Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts 209° 45' und de
sen Declination 65° 20' ist. Daraus findet man die L
desselben für unsere Zeit gleich 154° 40'. Wenn nun d
Stern zu jener frühen Zeit in der That sehr nahe beim P
des Aequators gestanden hat, so muſs damals seine Lä
gleich 90 Graden gewesen seyn. Die Differenz dieser bei
Längen 64° 40' wird aber von der Präcession, die jähr
0°,01395 Jahre beträgt, erst in 4625 Jahren zurückgelegt,
daſs also dieser Stern um das Jahr 2835 vor Chr. G. dem P
am nächsten gewesen seyn muſs. Da aber diese Epoche v
2485 Jahre vor Plato's Zeit fällt, so ist die Nachricht d
PTOLEMÄUS unrichtig und EUDOX hat uns keineswegs da
den Zustand des Himmels, wie er zu seiner Zeit statt ha
beschrieben, sondern er hat uns nur vielleicht eine nahe 25
Jahre ältere Sage erzählt, die er von den Aegyptiern o
Chaldäern erhalten haben mag. Andere wollten diese Nachri
auf den Stern μ Draconis beziehn, dessen Rectascension je
186° 13' und dessen Declination 70° 54', dessen gegenwär
Länge also 133° 43' ist. Daraus folgt, daſs dieser Stern i
Jahre 1310 vor Christus dem Pole am nächsten stand, also n
1000 Jahre vor PLATO's Zeit, so daſs also auch die so ve
besserte Nachricht nicht paſst.

Wie es aber auch mit diesen und ähnlichen Nachrichte
aus so uralten Zeiten sich verhalten mag, so läſst sich doc

n zweifeln, dafs die Sternbilder des Thierkreises selbst n Zusammenhang mit den Erscheinungen des Himmels und Jahreszeiten der Erde zu jener Zeit gehabt haben, als die schen zuerst darauf verfallen sind, jene Sterngruppe durch Namen zu bezeichnen. Die *Waage* scheint die Gleich-der Tage und Nächte, der *Krebs* und der *Steinbock* den ten und höchsten Punct der Ekliptik angezeigt zu haben; *Wassermann* und die *Fische* waren vielleicht die Stern-r, in welchen die Sonne zur Zeit der jährlichen Ueber-remmung des Nils in Aegypten stand; der *Widder* und *Zwillinge* mögen Zeichen des Frühlings und der wieder-benden Natur gewesen seyn, so wie der *Löwe* die Kraft Sonne im hohen Sommer, die *Jungfrau* mit der Aehre Zeit der Ernte angezeigt hat u. s. w. Aber alles dieses pafst zutage weder auf unser, noch auf das ägyptische oder sche Klima. Welches war also die Zeit, auf welche diese ennungen noch am besten pafsten? Laplace meint, dafs diese Benennungen der Sternbilder am schicklichsten er-, wenn man die ganze Sphäre des Himmels nahe um 180 le umkehrt. Damals, als der *Widder* in der Herbstnacht-che, der *Steinbock* am höchsten Puncte der Ekliptik im mersolstitium, als die *Waage* in der Frühlingsnachtgleiche der *Krebs* am tiefsten Puncte im Wintersolstitium stand, als trafen jene Bedeutungen der Namen aller Sternbilder besten zu. Allein diese Zeit ist volle 15000 Jahre von uns ernt, und zu dieser Zeit soll es schon Völker auf der e gegeben haben, die Mufse und Bildung genug hatten, mit der Kenntnifs des Himmels zu beschäftigen und die regungen der Körper desselben zu betrachten? Ohne die glichkeit eines solchen Ereignisses bestreiten zu wollen, sen wir doch bekennen, dafs unsere Menschengeschichte, weit wir sie mit einiger Verläfslichkeit kennen, noch nicht 0 Jahre alt ist. Ueber Moses hinaus, der 1500 vor Chr. lebte, ist Alles dunkel, und wie sollte es gekommen seyn, s er selbst von jenem Volke, das über zehntausend Jahre ihm geblüht haben müfste, wie von allen Nachfolgern des-ben, uns auch nicht die geringste Mittheilung gegeben hat? nerhin wäre es sehr wünschenswerth, die Nachrichten, lche die Indier und Chinesen von den alten Zeiten besitzen len, mit kritischem Blicke streng zu untersuchen und diesen

für die ganze Menschengeschichte höchst wichtigen Gegenst einmal ins Reine zu bringen, aber nicht durch Declamation Ansichten und Hypothesen, sondern durch Beweise und, möglich, durch mathematische Beweise, wie etwa der gende ist, durch den uns LAPLACE die vollkommene und bezweifelbare Versicherung gab, dafs die Chinesen im J 1100 vor Christus bereits förmliche astronomische Beobacht gen angestellt haben.

Zum bessern Verständnifs dieses Beweises bemerken zuerst, dafs die *Schiefe der Ekliptik*, wie unsere Beob tungen übereinstimmend mit der Theorie uns lehren, in je Jahre um 0,48368 Secunden abnimmt und dafs sie im Anfa des 19. Jahrhunderts gleich 23° 28′ 54″ gewesen ist, wie im Verfolge dieses gegenwärtigen Artikels (M) sehn wer Nach den Nachrichten des FRÉRET und des Jesuiten Ga der lange in China als Missionär lebte, soll TSCHU-K Bruder des Kaisers WA-WANG, im Jahre 1100 vor Ch in der Stadt Loyang (die jetzt Hono-Fu heifst) Solsti obachtungen der Sonne an einem Gnomon von acht chin. Höhe angestellt haben, und diese Beobachtungen sollen i nem der heiligen Bücher der Chinesen aufbewahrt wo seyn, wo es heifst, dafs die Länge des Schattens des Gno zur Zeit des Sommersolstitiums $1\frac{1}{2}$ Fufs und zur Zeit des W tersolstitiums 13 Fufs gewesen ist. Dieses heilige Buch zugleich, nach dem Bericht derselben Jesuiten, eines der nigen seyn, die der allgemeinen Proscription entgangen s in welcher der Kaiser TSIN-SCHI-HOANG im Jahre 246 Chr. G. alle Bücher in China verbrennen liefs. Da die fro men Väter, wie man sagt, es mit der Wahrheit ihrer Na richten nicht immer sehr genau genommen haben, so wo man auch gegen diesen ihren Bericht Zweifel erheben, der älteste aller astronomischen Beobachtungen betrifft, die uns der Vorzeit erhalten worden sind. Sehn wir aber zu, dieser Zweifel gegründet ist.

Da wir die Schattenlänge des achtfüfsigen Gnomon den beiden Solstitien kennen, so können wir daraus die Zenithdistanzen der Sonne Z und Z′ für die Stadt Loyang leiten, wo dann die halbe Summe $\frac{1}{2}(Z' + Z)$ derselben Polhöhe oder die geographische Breite der Stadt, die h Differenz $\frac{1}{2}(Z' - Z)$ aber die Schiefe der Ekliptik für d

Digitized by Google

1100 vor Chr. G. geben wird. Im Sommersolstitium ist die Zenithdistanz z des obern Randes der Sonne durch Gleichung gegeben

$$\text{Tang. } z = \frac{1.5}{8} \text{ oder } z = 10^\circ 37' 10'',8.$$

nt man für diese Zenithdistanz und für einen mittlern Zu- der Atmosphäre für jene Zeit (28 Zoll Par. Barom. und + 20° m. Reaum.) die Refraction, so findet man sie gleich . Der Halbmesser der Sonne aber ist 15′ 47″,7, so dafs daher für die Summe dieser drei Zahlen hat

$$10^\circ 53' 8'',8.$$

man davon noch die Höhenparallaxe 1″,3 der Sonne ab, hält man für die Zenithdistanz des Mittelpuncts der Sonne Zeit des Sommersolstitiums

$$Z = 10^\circ 53' 7'',5.$$

las Wintersolstitium hat man ebenso

$$\text{Tang. } z = \frac{13}{8} \text{ oder } z = 58^\circ 23' 33'',0$$

Refractionsparallaxe	1 26,8
Halbmesser	16 14,0
thdistanz des Mittelpuncts	$Z' = 58^\circ 41' 13'',8.$

hat daher:

Polhöhe von Loyang $\frac{1}{2}(Z' + Z) = 34^\circ\ 47'\ 11''$,
Schiefe der Ekliptik $\frac{1}{2}(Z' - Z) = 23^\circ\ 54'\ 3''$.

dem Vorhergehenden ist aber die Schiefe der Ekliptik ahre 1800 gleich 23° 28′ 54″ und sie wird mit jedem folen Jahre um 0,48368 Secunden kleiner. Die Zwischen- von 1100 vor Chr. bis 1800 nach Chr. beträgt 2900 , seit welcher Zeit also die Schiefe der Ekliptik um (0,48368) Secunden oder um 23 Min. 22,6 Sec. abgenen hat, so dafs man daher nach dieser durch die Theobestimmten Abnahme für die Schiefe von 1100 vor Chr. G. lt

$$23^\circ 28' 54'' + 23' 22'',6 = 23^\circ 52' 16'',6$$

nur 1 Min. 46,4 Sec. kleiner, als jene Beobachtungen der Chinesen gegeben haben. Diesen Unterschied wird man klein finden, wenn man bedenkt, wie unvollkommen, st in unsern Zeiten, die Beobachtungen am Gnomon sind,

wiederkommende, bald zu-, bald abnehmende Aenderun erleidet, also im Allgemeinen *immer dieselbe bleibt*[1].

Auf eine ähnliche Weise verhält es sich auch mit
Fig. 288. Ebene des Aequators bei der abgeplatteten Erde. Ist A dieser Aequator und ABCDE die Ekliptik, A oder E Frühlings- und C der Herbstpunct, so geht im ersten Q dranten der Länge irgend ein Punct des Aequators verm der täglichen Rotation der Erde durch ab und vermöge Anziehung der Sonne durch die kleine, auf den Aequ senkrechte Linie bc, so dafs also eigentlich dieser Punct Aequators in der Linie ac (der Hypotenuse des rechtwinkl Dreiecks abc) fortgeht oder dafs der durch die An hung der Sonne veränderte oder neue Aequator jetzt in Lage cad kommt und die Ekliptik in dem Puncte d schn det. Im ersten Quadranten der Länge oder der Rectascen gehn also die Aequinoctialpuncte zurück und die Schiefe n ab, da in dem Dreieck Aad der äufsere Winkel oder frühere Schiefe bAB gröfser ist, als die neue cdA. Ebe ergiebt der blofse Anblick der Zeichnung, dafs im zwe Quadranten die Aequinoctien zurückgehn und die Sch wächst, im dritten aber gehn die Aequinoctien zurück die Schiefe nimmt ab, im vierten endlich gehn die Ae noctien zurück und die Schiefe wächst.

Also auch hier, wie oben bei den Planetenbahnen, g durch die Wirkung der Sonne auf die abgeplattete Erde Aequinoctien immer zurück, während die Neigung, so lan man von ihren äufserst geringen periodischen Aenderung abstrahirt, constant bleibt. Dabei ist, wie es der Natur mäfs seyn mufs, die tägliche Rotation der Erde angenomm und berücksichtigt worden. Wenn aber die Erde keine R tation hätte, so würde in allen vier Puncten unserer Zei nung die Seite ab des Dreiecks abc gleich Null seyn der Aequator der Erde würde durch die Anziehung der Sonn in allen vier Quadranten um die Linie bc der Ekliptik g nähert werden, oder dann würden die Aequinoctialpuncte *Ruhe bleiben* und die Schiefe der Ekliptik immerfort abne *men*. Also die Anziehung der Sonne auf das abgeplatt

1 Vergl. *Perturbationen.* Bd. VII. S. 449.

äroid würde, wenn die Erde keine Rotation hätte, bloſs Schiefe der Ekliptik immerfort vermindern, ohne die Aeoctien in ihrer Lage zu stören; da aber die Erde sich um Axe dreht, so wird, durch dieselbe Anziehung der Sonne, *Aequinoctiallinie gegen die Ordnung der Zeichen bewegt,* *daſs dabei die Schiefe eine Aenderung erleidet.*

Was hier von der Wirkung der Sonne gesagt wurde, auch von allen andern Himmelskörpern, von denen aber der Mond wegen seiner Nähe (so wie zuvor die Sonne n ihrer Gröſse) einen für die Beobachtungen noch merkn Einfluſs hat. Auch der Mond bewirkt also, daſs die uinoctien des Erdäquators rückwärtsgehn, und beide Wirgen zusammengenommen nennt man die *Lunisolarpräces-*. Dieses von der Sonne und dem Monde bewirkte, mit Zeit immer fortschreitende Rückwärtsgehn der Aequinoctiale auf der unbeweglichen Ekliptik wollen wir künfdurch ψ bezeichnen; diese Lunisolarpräcession ist, wie gt, eine bloſse Folge der Einwirkung der Sonne und des ds auf die an ihren Polen abgeplattete und um ihre Axe ende Erde, und dabei ist die Ekliptik als eine feste und änderliche Ebene angenommen worden, wie denn auch der That, durch diese Einwirkung jener beiden Gestirne die Erde, die Ebene der Ekliptik in ihrer Lage nicht gert wird.

Allein es sind auſser jenen beiden Gestirnen noch andere welche die Lage der Ekliptik am Himmel in der That ein g ändern. Die Planeten nämlich bewirken in ihrem Geeinfluſs auf die Erdbahn (ohne weitere Berücksichtigung Abplattung der Erde, die hier ganz wegfällt) eine Aeng der Ekliptik (oder der Erdbahn), indem sie dieselbe lig dem Aequator nähern und auch zugleich die Aequialpuncte etwas weniges *vorwärts* oder gen Osten bewe-. Jene Näherung beträgt jetzt nahe 48″ und dieses Vorgehn nahe 16″ in einem Jahrhundert. Allein mit der e der Jahrhunderte, wenn nämlich die ebenfalls beweglin Planetenbahnen eine ganz andere Lage am Himmel wereingenommen haben, wird, durch die Einwirkung der eten, die Schiefe der Ekliptik wieder zunehmen und e jetzt vorwärtsgehende, von den Planeten herrührende egung der Aequinoctien, wie bei der Präcession, auch

wieder rückwärts oder gegen Westen gerichtet seyn[1]. Di… ist die sogenannte *säculare Aenderung der Ekliptik*, die … der Präcession der Aequinoctien nichts gemein hat, da die … die Präcession, in einer Bewegung des Aequators besteh… von der Wirkung der Sonne und des Monds in Verbin… mit der Abplattung der Erde kommt, während jene in … Bewegung der Ekliptik besteht, die blofs aus der Einwirk… der Planeten auf die Erdbahn entspringt. Da aber, wenn … mal die Lage der Ekliptik durch die fortgesetzte Einwirk… der Planeten eine ganz andere als die jetzige seyn wird, … Wirkung der Sonne und des Monds selbst auch geändert … den mufs, so wird dadurch auch eine eigene, sehr ge… Bewegung des Aequators entstehn, wodurch ebenfalls … obschon nur sehr kleine, Veränderung der Schiefe erzeugt w… die aber von der so eben betrachteten säcularen Aend… der Ekliptik sehr verschieden ist. Immerhin sieht man, … der Aequator, welcher vermöge der Präcession auf der … den Ekliptik rückwärts geht, auch noch auf der durch … Planeten bewegten Ekliptik rückwärts gehn werde, und … letztere Rückwärtsgehn wird in der Astronomie die *allgem… Präcession* genannt, die wir durch $\psi_{,}$ bezeichnen wollen.

Die Theorie hat uns alle diese Bewegungen mit … Genauigkeit kennen gelehrt. Wir geben sie hier, wie … Laplace's Méc. céleste verbunden mit den Correctionen … sel's folgen. Nimmt man die Lage der wahren Ekliptik, … sie im Anfange des Jahres 1750 statt hatte, als eine … Ebene an, auf die wir alle anderen beziehn, und nennt … t die Anzahl Jahre, die seit dieser Epoche von 1750 ver… sen sind, so hat man für das Rückwärtsgehn der Aequino… puncte auf dieser festen Ekliptik oder für die *Lunisolar… cession*

$$\psi = 50'',3757\,t - 0'',00012179\,t^2$$

und für das Rückwärtsgehn der Aequinoctien auf der be… lichen Ekliptik oder für die *allgemeine Präcession*

$$\psi_{,} = 50'',2113\,t + 0'',00012215\,t^2.$$

Weiter ist die Schiefe der Ekliptik für jene Epoche von … gleich 23° 28′ 18″,0, und nach t Jahren von dieser Zeit …

---

1 Vergl. *Perturbationen*. Bd. VII. S. 451.

die Schiefe e in Beziehung auf die feste Ekliptik durch Gleichung

$$e = 23^0\,28'\,18'',0 + 0'',00000984\,t^2,$$

wie in Beziehung auf die bewegliche Ekliptik durch die Gleichung

$$e_{,} = 23^0\,28'\,18'',0 - 0'',48368\,t - 0'',00000272\,t^2$$

ilten. Differentiirt man die zwei ersten Gleichungen, so lt man für die *jährliche Lunisolarpräcession*

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = 50'',3757 - 0'',00024359\,t$$

für die *jährliche allgemeine Präcession*

$$\frac{\partial \psi_{,}}{\partial t} = 50'',2113 + 0'',0002443\,t.$$

Zeiten *vor* dieser Epoche wird man t negativ setzen. Da , wenn der Aequator sich rückwärts um die ruhende ptik bewegt, ohne dafs dabei die Schiefe der Ekliptik geert wird, auch der Pol des Aequators sich rückwärts um ruhenden Pol der Ekliptik bewegen mufs, ohne dafs dadie Distanz dieser zwei Pole geändert wird, so kann man, bereits oben bemerkt, die Präcession auch dadurch ausken, dafs man sagt, der Pol des Aequators bewege sich n die Ordnung der Zeichen in der Peripherie eines Kreises, en Mittelpunct der ruhende Pol der Ekliptik ist. Und da, nöge der Einwirkung der Planeten auf die Erdbahn, diese Erdn selbst einer kleinen Veränderung unterworfen ist, die aber m den hundertsten Theil jener Veränderung des Aequators ägt, so wird man, um diese Erscheinung vollständig auszuken, auch den Halbmesser des erwähnten Kreises oder Mittelpunct desselben (den Pol der Ekliptik) etwas wees am Himmel veränderlich annehmen und zugleich die regung des Aequatorpoles in seiner Peripherie nicht mehr, zuvor, völlig gleichförmig, sondern ebenfalls von Jahrdert zu Jahrhundert etwas weniges veränderlich vorausten, um dadurch jene Einwirkung der Planeten auf die je der Ekliptik am Himmel auszudrücken.

D. Reduction der Sterne auf verschie[denen] Epochen.

Die neueren Astronomen beobachten alle Fixsterne [in Be]ziehung auf den *Aequator*, weil ihre Instrumente all[e diese] Einrichtung haben, während die Alten mit ganz and[eren In]strumenten in Beziehung auf die *Ekliptik* beobachteten. [Wenn] also einer unserer Astronomen den Ort eines oder m[ehrerer] dieser Fixsterne in Beziehung auf den Aequator, d. h. [wenn] er die Rectascension und Declination dieser Gestirne für [irgend] eine Zeit auch mit der gröfsten Schärfe bestimmt hat, so [kennt] man damit doch noch nicht die Lage derselben Gestirn[e für] irgend eine andere Zeit, da sich während der Zwisch[enzeit] die Lage des Aequators vermöge der Präcession geänder[t hat]. Da wir aber die Orte der Fixsterne am Himmel als fe[ste, in] ihrer Lage nach für jede Zeit genau bekannte Puncte g[ebrau]chen, um an sie die Beobachtungen der veränderlich[en Ge]stirne, der Planeten und Kometen, anzureihen, so m[üssen wir] eine Methode kennen, durch welche man aus der ge[gebenen] Lage eines Fixsterns in Beziehung auf den Aequator fü[r eine] gegebene Zeit die Lage desselben für jede andere Zeit m[it Si]cherheit ableiten kann.

Fig. 289. Sey S'SE die Lage der Ekliptik für irgend eine [gege]bene Epoche, für welche wir wieder den Anfang de[s Jahrs] 1750 annehmen wollen, da sich von dieser Zeit (der [Beob]achtungen Bradley's auf der k. Sternwarte von Green[wich]) unsere neueren, besten Beobachtungen datiren. Wir w[ollen] diese Ekliptik, wie sie für 1750 statt hatte, die *feste* Ek[liptik] nennen. Für dieselbe Epoche soll der Aequator die Lage [...] haben, so dafs also der Punct S in der Linie S'SE den [Früh]lingspunct für den Anfang des Jahrs 1750 bezeichnet.

Nach t Jahren, also in dem Jahre 1750 + t, soll die Ek[liptik] die Lage S''E' und der Aequator die Lage S'DA' angenomme[n ha]ben, so dafs also jetzt S'' den Frühlingspunct anzeigt. Für di[e Zeit] 1750 + t' endlich soll S'''E'' die Ekliptik, Σ'DA'' den Aeq[uator] und daher S''' den Frühlingspunct bezeichnen. Nach dieser, de[n Be]obachtungen gemäfsen Zeichnung geht also der Durchschnitts[punct] des Aequators auf der *festen Ekliptik* rückwärts von S na[ch S'], wodurch daher die Rectascension und Declination aller Ste[rne], so wie auch ihre Länge geändert wird, aber nicht ihre Br[eite].

Digitized by Google

man nämlich, wie oben gesagt, von der durch die Pla-
ıervorgebrachten Bewegung abstrahirt, so dafs demnach
in t Jahren zurückgelegte Bogen auf der festen Ekliptik
ψ die *Lunisolarpräcession* bezeichnet. Wenn man
ie Sache vollständig betrachtet und daher auch auf diese
ıng der Ekliptik Rücksicht nimmt, so wird während
t Jahre seit 1750 der Frühlingspunct nicht in S', son-
ı S'' seyn, so dafs, wenn in der beweglichen Ekliptik
ler Punct S derselbe ist, der in der festen Ekliptik S'E
ls durch S bezeichnet wurde, der Bogen $SS'' = \psi_{,}$ die
iche rückgängige Bewegung des Aequators in der Zeit t
r beweglichen Ekliptik S''E' darstellt, wo dann dieser
$SS'' = \psi_{,}$ nach dem Vorhergehenden die *allgemeine*
sion genannt wird.

ı ist klar, dafs bei diesen Bewegungen beider Ebenen
ie Neigung derselben gegen einander geändert werden
Zur Zeit unserer Epoche, im Anfange des Jahrs 1750,
iese Neigung oder die Schiefe der Ekliptik ASE =
' 18'',0. Nach t Jahren aber seit dieser Epoche wollen wir
Schiefe in Beziehung auf die feste Ekliptik durch e und
iehung auf die bewegliche Ekliptik durch $e_{,}$ bezeich-
so dafs also $ES'A' = e$ und $E'S'A' = e_{,}$ ist. Für eine
Zeit 1750 + t' wird diese Schiefe in Beziehung auf die
Ekliptik $E\Sigma A'' = e'$ und in Beziehung auf die beweg-
Ekliptik $E''\Sigma''A'' = e'_{,}$ seyn. Wir haben die numeri-
Werthe von ψ und $\psi_{,}$, so wie von e und $e_{,}$ für jede
750 + t bereits oben mitgetheilt.

ls bezeichne M irgend einen Fixstern, und es sey der Bo-
lA' senkrecht auf DA', so wie MA'' senkrecht auf DA''.
ın S'' und Σ'' der Frühlingspunct für 1750 + t und für
+ t' ist, so hat man für die Rectascension a und für die
ıtanz p des Sterns von dem Pole des Aequators zur Zeit
+ t

$$S''A' = a \text{ und } A'M = 90^\circ - p$$

ebenso für die Zeit 1750 + t'

$$\Sigma''A'' = a' \text{ und } A''M = 90^\circ - p',$$

es wird nun darauf ankommen, die Gröfsen a' und p' zu
n, wenn a und p gegeben sind. Zu diesem Zwecke wollen
zuerst den Bogen $S'S'' = \Theta$ suchen. In dem sphärischen

Dreiecke S′NS″ kennt man $NS'S'' = e$ und $NS''S' = 180^0 -$ ferner die Differenz der Seiten $NS' - NS'' = \psi - \psi_,$ hat aber in jedem Dreiecke, dessen Winkel A, B, C und gegenüberstehenden Seiten α, β, γ sind, die Gleichung

$$\text{Tang.}\,\tfrac{1}{2}\gamma = \frac{\text{Tang.}\,\frac{1}{2}(\alpha-\beta)\,\text{Sin.}\,\frac{1}{2}(A+B)}{\text{Sin.}\,\frac{1}{2}(A-B)},$$

also ist auch

$$\text{Tang.}\,\tfrac{1}{2}\,\Theta = \frac{\text{Tang.}\,\frac{1}{2}(\psi-\psi_,)\,\text{Cos.}\,\frac{1}{2}(e_,-e)}{\text{Cos.}\,\frac{1}{2}(e_,+e)}.$$

Nach dem Vorhergehenden ist aber

$$\tfrac{1}{2}(\psi-\psi_,) = 0{,}0822\,t - 0{,}000122\,t^2,$$
$$\tfrac{1}{2}(e_,-e) = -0{,}2418\,t - 0{,}00000628\,t^2,$$
$$\tfrac{1}{2}(e_,+e) = 23^0\,28'\,18'',0 - 0{,}2418\,t + 0{,}0000035\ldots t^2$$

Also ist auch, wenn man die höheren Potenzen von t weglässt,

$$\Theta = (\psi-\psi_,)\,\frac{\text{Cos.}\,\frac{1}{2}(e_,-e)}{\text{Cos.}\,\frac{1}{2}(e_,+e)} = \frac{(\psi-\psi_,)}{\text{Cos.}\,e}$$

oder

$$\Theta = 0'',179\,t - 0'',00027\,t^2.$$

Lassen wir von dem Stern M einen Bogen ML auf die Ekliptik SNE herab, so ist, da S der Frühlingspunct der Epoche 1750 ist, $SL = \lambda$ die *Länge* und $LM = 90^0 - \pi$ die *Breite* des Sterns M für dieselbe Epoche. Suchen wir die Gröfsen λ und π aus den gegebenen Gröfsen a und p zu bestimmen.

Da $SS' = \psi$, $S'S'' = \Theta$, also auch $S'L = \lambda + \psi$ und $S'A' = a + \Theta$ ist, so hat man (nach den im Art. Abweichung Bd. I. S. 525 gegebenen Formeln)

$$\text{Sin.}\,\pi\,\text{Cos.}(\lambda+\psi) = \text{Sin.}\,p\,\text{Cos.}(a+\Theta)$$
$$\text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}(\lambda+\psi) = \text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}(a+\Theta)\,\text{Cos.}\,e + \text{Cos.}\,p\,\text{Sin.}\,e$$
$$\text{Cos.}\,\pi = -\text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}(a+\Theta)\,\text{Sin.}\,e + \text{Cos.}\,p\,\text{Cos.}\,e$$

und diese Ausdrücke geben die gesuchten Gröfsen λ und π aus den gegebenen a und p. Wenn man aber auf diese Weise $SL = \lambda$ und $LM = 90^0 - \pi$ kennen gelernt hat, so findet man daraus auch die Rectascension $\Sigma'''A'' = a'$ und die Declination $A''M = 90^0 - p'$ für die Zeit $1750 + t'$, wenn man bemerkt, dafs $S\Sigma' = \psi'$ und $\Sigma'\Sigma''' = \Theta'$ ist, wo man hat

$$\Theta' = 0{,}179\,t' - 0{,}00027\,t'^2$$

$$\psi' = 50{,}3757\,t' - 0{,}0001218\,t'^2$$

ebenso

$$e' = 23^\circ\,28'\,18'',0 + 0{,}000009842\,t'^2.$$

n wird nämlich dazu dieselben bekannten Formeln der sphä-
chen Trigonometrie anwenden, durch welche man die Lage
s Sterns gegen den Aequator aus seiner bekannten Lage
en die Ekliptik findet, so dafs man hat

$$\left.\begin{aligned}
\text{Sin.}\,p'\,\text{Cos.}\,(a'+\Theta') &= \text{Sin.}\,\pi\,\text{Cos.}\,(\lambda+\psi') \\
\text{Sin.}\,p'\,\text{Sin.}\,(a'+\Theta') &= \text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}\,(\lambda+\psi')\,\text{Cos.}\,e' \\
&\quad - \text{Cos.}\,\pi\,\text{Sin.}\,e' \\
\text{Cos.}\,p' &= \text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}\,(\lambda+\psi')\,\text{Sin.}\,e' \\
&\quad + \text{Cos.}\,\pi\,\text{Cos.}\,e'
\end{aligned}\right\}\ldots\,(B)$$

d diese Gleichungen (B) verbunden mit den vorhergehen-
n (A) geben die Auflösung des vorgelegten Problems. Man
nnte aus diesen sechs Gleichungen auch die Gröfsen λ und
eliminiren, wodurch man die Auflösung unseres Problems
f zwei Gleichungen reducirt, die unmittelbar die gesuchten
öfsen a' und p' aus den bekannten a und p geben.

Für einen Zwischenraum $t'-t$ von wenig Jahren ist der
nterschied $a'-a = \partial a$ und $p'-p = \partial p$ im Allgemeinen nur
ein, daher man für diese Fälle bequemer auf folgende Art
rfahren kann.

Da λ und π constant sind, so giebt die dritte der Gleichun-
n (B) durch Differentiation

$$\partial p\,\text{Sin.}\,p = -\partial\psi\,\text{Cos.}\,(\lambda+\psi)\,\text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}\,e$$

der

$$\partial p = -\partial\psi\,\text{Cos.}\,a\,\text{Sin.}\,e.$$

Ebenso geben die zwei ersten der Gleichungen (B)

$$\text{Tang.}\,(a+\Theta) = \frac{\text{Sin.}\,\pi\,\text{Sin.}\,(\lambda+\psi)\,\text{Cos.}\,e - \text{Cos.}\,\pi\,\text{Sin.}\,e}{\text{Sin.}\,\pi\,\text{Cos.}\,(\lambda+\psi)},$$

lso auch, wenn man in Beziehung auf $(a+\Theta)$ und ψ diffe-
rentiirt,

$$\frac{\partial a + \partial\Theta}{\text{Cos.}^2(a+\Theta)} = \partial\psi.\,[\text{Cos.}\,e + \text{Tang.}\,(a+\Theta).\,\text{Tang.}\,(\lambda+\psi)],$$

oder da nach den Gleichungen (A)

$$\text{Tang.}(\lambda+\psi)=\text{Tang. a Cos. e}+\frac{\text{Cotg. p Sin. e}}{\text{Cos. a}}$$

ist, auch

$$\frac{\partial a+\partial\Theta}{\text{Cos.}^2(a+\Theta)}=\partial\psi\left[\text{Cos. e}+\text{Tang.}^2\,\text{a Cos. e}+\frac{\text{Sin. a Cotg. p Sin.}}{\text{Cos.}^2\,\text{a}}\right.$$

Setzt man daher der Kürze wegen

$$m=-\frac{\partial\Theta}{\partial t}+\frac{\partial\psi}{\partial t}\,\text{Cos. e}$$

und

$$n=\frac{\partial\psi}{\partial t}.\text{Sin. e},$$

so hat man für die jährliche Präcession in Rectascension u[nd] Poldistanz

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial a}{\partial t}&=m+n\ \text{Sin. a Cotg. p}\\ \frac{\partial p}{\partial t}&=-n.\text{Cos. a}\end{aligned}\right\}\ldots\ (C)$$

Diese Gröfsen m und n aber findet man bequemer, wenn m[an] den oben gegebenen Werth von

$$\frac{\partial\psi}{\partial t}=50'',3757-0,00024359\,t$$

und

$$\frac{\partial\Theta}{\partial t}=0,179-0,00054\,t$$

zu Hülfe nimmt und $e=23°\ 28'\ 18''$ für unsere Zeit set[zt], nämlich

$$m=46,0282+0,000309\,t,$$
$$n=20,0644-0,000097\,t,$$

wo immer t die Anzahl Jahre seit 1750 bezeichnet und w[o] für Jahre *vor* dieser Epoche t negativ genommen wird.

Es giebt aber noch eine andere Auflösung dieser in d[er] Astronomie sehr wichtigen Aufgabe, die Bohnenberger[1] m[it]getheilt hat und die wir hier noch in Kürze anführen wolle[n]. Statt nämlich, wie oben geschehn ist, das sphärische Dreie[ck] S′NS″ als Verbindungsmittel der Frühlingspuncte zu gebra[uchen]

1 S. Lindenau's Zeitschrift für Astronomie.

, kann man zu demselben Zwecke noch vortheilhafter das ...ck $DS'\Sigma'$ wählen in welchem man hat $\Sigma' S' D = 180^\circ - e$, $D = e$ und $S'\Sigma' = \psi' - \psi$. Daraus findet man die drei ...en Stücke dieses Dreiecks durch die bekannten Aus...e der sphärischen Trigonometrie, wo $S'D = 90^\circ - z$, $= 90^\circ + z'$ und $S'D\Sigma' = \omega$ gesetzt worden ist:

$$\left.\begin{aligned} \ldots\tfrac{1}{2}(z'+z) &= \frac{\text{Cos.}\tfrac{1}{2}(e'+e)}{\text{Cos.}\tfrac{1}{2}(e'-e)}\,\text{Tang.}\tfrac{1}{2}(\psi'-\psi) \\ \ldots\tfrac{1}{2}(z'-z) &= \frac{\text{Sin.}\tfrac{1}{2}(e'-e)}{\text{Sin.}\tfrac{1}{2}(e'+e)}\,\text{Cotg.}\tfrac{1}{2}(\psi'-\psi) \\ \text{Tang.}\tfrac{1}{2}\,\omega &= \frac{\text{Sin.}\tfrac{1}{2}(z'+z)}{\text{Cos.}\tfrac{1}{2}(z'-z)}\,\text{Tang.}\tfrac{1}{2}(e'+e) \end{aligned}\right\} \quad .\;.\;(D)$$

...t man aber z, z' und ω, so findet man die unbekannten ...en a' und p' sehr leicht auf folgende Art.

Für $1750 + t$ ist die Rectascension des Sterns M gleich $' = a$, also auch $DA' = S''A' - S''D$ oder $DA' = {}'-(S'D - S'S'') = a - (90^\circ - z - \Theta)$ und die Decli...n desselben ist $A'M = 90^\circ - p$. Fig. 290.

Für $1750 + t'$ aber ist die Rectascension $\Sigma'A'' = a'$, also ...uch $DA'' = \Sigma''A'' - \Sigma''D = \Sigma''A'' - (\Sigma'D - \Sigma'\Sigma'')$ $DA'' = a' - (90^\circ + z' - \Theta')$ und die Declination $\ldots = 90^\circ - p'$.

Verwandelt man daher in den bekannten Gleichungen, ...h welche man Länge und Breite aus Rectascension und ...lination sucht[1],

die Länge in $a' - (90^\circ + z' - \Theta')$

die Rectascension in $a - (90^\circ - z - \Theta)$

...setzt man die Schiefe gleich ω, so erhält man sofort die ...drücke

$$\left.\begin{aligned} \text{Tang.}\,x &= \text{Tang.}\,p\,\text{Cos.}\,(a+\Theta+z) \\ \ldots\text{g.}(a'+\Theta'-z') &= \frac{\text{Sin.}\,x\,\text{Tang.}\,(a+\Theta+z)}{\text{Sin.}\,(x-\omega)} \\ \text{Cos.}\,p' &= \frac{\text{Cos.}\,p\,\text{Cos.}\,(x-\omega)}{\text{Cos.}\,x} \end{aligned}\right\} \quad .\;.\;(E)$$

---

1 S. Art. *Aufsteigung*. Bd. I. S. 525.

wo man zur Prüfung der Rechnung noch die Gleichung h

$$\text{Sin.}\,p'\,\text{Sin.}\,(a' + \Theta' - z') = \text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}\,(a + \Theta + z)$$

Mit Hülfe dieser beiden Systeme (D) und (E) wird ma ebenfalls die Gröſsen a' und p' für die Zeit 1750 + t' können, wenn die Gröſsen a und p für die Zeit 1750 bekannt sind, und wenn man, wie bei der Verfertigung Sternkatalogs, eine groſse Anzahl von Fixsternen auf Weise zu reduciren hat, so wird man diese zweite Met vorzugsweise anwenden, da in ihr die ersten Gleichungen nur ein *einziges Mal* für *alle* Sterne berechnet werden ſen, statt daſs man im Gegentheile bei der ersten Auflö unseres Problems beide Systeme (A) und (B) für jeden zelnen Stern besonders berechnen muſs. Bemerken wir daſs die Gröſsen $\psi' - \psi$, $e' - e$ und $z' - z$ im Allge nur sehr klein sind, daher man statt der Gleichungen (D) folgende einfachere substituiren kann:

$$z' + z = (\psi' - \psi)\,\frac{\text{Cos.}\,\frac{1}{2}\,(e' + e)}{\text{Cos.}\,\frac{1}{2}\,(e' - e)} = (\psi' - \psi)\,\text{Cos.}\,e$$

$$z' - z = \frac{2\,(e' - e)}{(\psi' - \psi)\,\text{Sin.}\,e\,\text{Sin.}\,1''}$$

$$\text{Tang.}\,\tfrac{1}{2}\,\omega = \frac{\text{Sin.}\,\frac{1}{2}\,(z' + z)}{\text{Cos.}\,\frac{1}{2}\,(z' - z)}\,\text{Tang.}\,e = (\psi' - \psi)\,\text{Sin.}\,e$$

Als Anleitung zum Gebrauch der vorhergehenden Ausdr wollen wir für einen dem Pol sehr nahen Stern anneh daſs für das Jahr 1800 seine Rectascension $a = 50°\,0'\,0''$ seine Declination $= 90° - p = 89°\,30'\,0''$ betrage. Man che seine Rectascension a' und seine Declination $90° - p$ den Anfang des Jahrs 1840.

Da sonach für diese zwei Zeiten $t = 50$ und $t' = 90$ so findet man aus den vorhergehenden Gleichungen

$$\begin{aligned} \psi &= 2518'',480514, \\ \psi' &= 4532,826465, \\ e &= 23°\,28'\,18'',0246, \\ e' &= 23\;\;28\;\;18,0790, \end{aligned}$$

so daſs man daher hat

$$\tfrac{1}{2}(\psi' - \psi) = 0^\circ\ 16'\ 47'',17,$$
$$\tfrac{1}{2}(e' + e) = 23^\circ\ 28'\ 18'',057,$$
$$\tfrac{1}{2}(e' - e) = 0^\circ\ 0'\ 0'',027,$$
$$\Theta = 8'',275 \text{ und } \Theta' = 13'',923,$$

mit diesen Werthen geben die Gleichungen (D)

$$z' + z = 1847'',672 \text{ oder } z' = 937'',997,$$
$$z' - z = 28'',322 \qquad z = 909'',675,$$
$$\omega = 0^\circ\ 13'\ 22'',316$$

hiermit endlich die Gleichungen (E)

$$x = 0^\circ\ 19'\ 10'',88,$$
$$a' + \Theta' - z' = 75^\circ\ 51'\ 51'',37,$$
$$p' = 0^\circ\ 23'\ 50'',$$

dafs man daher als Endresultat für das Jahr 1840 erhält:

Rectascension . . . $a' = 76^\circ\ 7'\ 15'',44$,
Declination . . $90^\circ - p' = 89^\circ\ 36'\ 10''$.

diesen 40 Jahren ist demnach die Rectascension des Sterns 16° 7′ 15″,44 und die Declination um 0° 6′ 10″ gröfser worden.

Hätte man dasselbe Beispiel durch die abgekürzten Formeln (C) berechnen wollen, was nicht angeht, da der Stern Pole zu nahe steht und daher die Wirkung der Präcession bei ihm sehr grofs ist, so hätte man gefunden

$$t = 90, \quad m = 46'',0560, \quad n = 20'',0557,$$

also auch jährliche Präcession in Rectascension

$$\frac{\partial a}{\partial t} = 1806'',546$$

und in Poldistanz

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -12'',8915.$$

Nimmt man diese beiden Zahlen vierzig Mal, so erhält man:

$$40\frac{\partial a}{\partial t} = 20^\circ 4'\ 21'',84; \quad 40\frac{\partial p}{\partial t} = -0^\circ\ 8'\ 35'',7$$
$$a = 50^\circ \qquad\qquad p = 0\ 30\ 0,0$$
$$a' = 70^\circ\ 4'\ 21'',84, \qquad p' = 0^\circ\ 21'\ 24'',3,$$

also die Poldistanz um 0° 2′ 26″ und die Rectascension sogar um 5° 47′ 30″ zu klein. Für solche Sterne aber, die nicht zu nahe

Digitized by Google

bei den Polen sind, werden die abgekürzten Formeln (C) ... einen Zeitraum von funfzig Jahren immer hinlänglich ... seyn. Uebrigens mufs bemerkt werden, dafs auch die ... für ψ, $\psi_{,}$ und für e, $e_{,}$ gegebenen Ausdrücke ebenfalls ... abgekürzt sind und etwa für Intervalle von zweihundert ... ren gebraucht werden können. Laplace[1] hat genauere ... meln mitgetheilt, von welchen wir hier nur die für $\psi_{,}$ ... $e_{,}$ anführen. Er findet nämlich

$$\varphi_{,} = 50'',21129\,t - 4627'',46\ \text{Sin.}\,(13'',94645\,t) + 20154'',03\ \text{Sin.}^2\,(16'',05788\,t),$$

$$e_{,} = 23^\circ 28' 18'',0 - 3347'',05\ \text{Sin.}\,(32'',11575\,t) - 2382'',44\ \text{Sin.}^2\,(6'',973225\,t),$$

und diese Ausdrücke sollen auf tausend bis zwölfhundert ... gelten[2].

E. Allgemeine Betrachtungen über den ... der Nachtgleichen und die Schiefe ... Ekliptik.

Von diesen Werthen der Gröfsen ψ oder $\psi_{,}$ ist derjenige ... Theil, der blofs von der Wirkung der Sonne und des ... auf die abgeplattete Erde abhängt, durch alle Zeiten ... und gleichförmig, daher auch dieser Theil die Form a.t ... worin a eine constante Gröfse und t die Anzahl Jahre ... einer bestimmten Epoche bedeutet. Aber der andere, ... dings sehr kleine Theil von ψ, der von der Wirkung ... Planeten auf die Erdbahn abhängt, so wie auch die ... Aenderung der Schiefe oder die ganzen Werthe von e und ... die allein von dieser Wirkung der Planeten abhängen, ... mit der Zeit veränderlich. Wie nämlich die Lage ... sämmtlichen Planetenbahnen gegen die Erde eine andere ... als sie jetzt ist, so werden auch jene Theile von ψ und ... so wie die ganzen Werthe von e und $e_{,}$, ebenfalls ... werden, und wenn einmal in der Folge der Jahrtausende die ...

1 Mécan. céleste. T. III. p. 158.

2 M. s. Laplace's erstes Mémoire über diesen Gegenstand ... Mém. de l'Acad. de Paris 1788 und die letzte grofse Arbeit ... denselben von Poisson sur le mouvement de la terre autour de ... centre de gravité, in den Mém. de l'Acad. des Sciences. Vol. VII.

Planetenbahnen wieder die heutige seyn wird, so werden die Werthe von ψ und e wieder dieselben seyn, die sie sind. Während also jener von der Sonne und dem Monde nende Theil at der Störung der Rotation unserer Erde r That mit der Zeit ohne Ende progressiv fortgeht, sind andern Theile nur als periodisch wiederkehrende Gröſsen trachten, obschon die Zeiträume, welche diese Perioden n, viele Jahrtausende umfassen. Jetzt sind die Bahnen Planeten auf eine solche Art im Weltraume vertheilt, Knoten haben jetzt eine solche Lage und ihre Neigun- eine solche Gröſse unter einander, daſs die Gesammtwir- dieser Planeten auf die Erdbahn (nicht auf die Erde) eine vorwärtsgehende Bewegung der Aequinoctien von ch $\frac{\psi - \psi_{\prime}}{t} = 0'',165$ beträgt, während dieselben Aequi- en, durch die constante Einwirkung der Sonne und des ls auf die abgeplattete Erde, jährlich um $\frac{\psi}{t} = 50'',3757$ värts gehn. Die Schiefe der Ekliptik aber, die durch Einwirkung der Sonne und des Monds auf die Erde gar geändert wird, leidet durch die Störung der Planeten sern Tagen eine jährliche Verminderung von 0″,48368. n die Lage der Planetenbahnen wird sich in der Folge Zeiten so ändern, daſs das gegenwärtige, durch die Wir- der Planeten verursachte Vorwärtsgehn von jährlich 0″,165 falls in ein Rückwärtsgehn und daſs die gegenwär- Abnahme der Schiefe der Ekliptik in eine Zunahme der- n übergeht. Genauere Rechnungen zeigen, daſs seit Hip- n's Zeiten, also seit zweitausend Jahren, die Nachtglei- durch die Wirkung der Planeten immer vorwärts gehn, auch immer langsamer vorwärts gehn, und daſs sie in 400 Jahren (also um das J. 2200 nach Chr. G.) wieder gen werden rückwärts zu gehn. Seit Hipparch ist also constante und immer rückwärtsgehende *Lunisolarpräces-* $\psi = 50'',3757\,t$ durch die Wirkung der Planeten ver- ert worden, oder $\psi_{\prime}$ ist kleiner als ψ, aber von dem Jahre an wird umgekehrt die Gröſse $\psi_{\prime}$ gröſser als ψ seyn. so ist, der mathematischen Theorie zu Folge, die Schiefe Ekliptik um das Jahr 30000 vor Chr. G. am gröſsten und h 27° 31′ gewesen. Seit jener unvordenklichen Zeit hat

halbe kleine Axe der Ellipse, deren Umdrehung um die kl Axe das Erdsphäroid giebt, so hat man (wenn man im Artikel *Moment* S. 2332 die Gröfse a = b und c = b für diese Momente der Trägheit des Sphäroids in Bez auf die Axe der

$$x \ldots A = \frac{4\pi a^2 b}{15}(a^2 + b^2),$$

$$y \ldots B = \frac{4\pi a^2 b}{15}(a^2 + b^2),$$

$$z \ldots C = \frac{8\pi a^4 b}{15},$$

wo z die Rotationsaxe des Sphäroids bezeichnet. Nimmt aber die Abplattung der Erde, den neuesten Bestimm zufolge, gleich

$$\frac{a - b}{b} = \frac{1}{304},$$

und setzt man a = 1, so ist $b = \frac{304}{305} = 0{,}9967$, als auch diese Momente der Trägheit für das Erdsphäroid

$$A = B = 1{,}66448,$$
$$C = 1{,}66999,$$

und da die Differenz C — A oder C — B nur 0,00551 sehr klein ist, so kann auch die unter I angeführte Verrück der Pole auf der Oberfläche der Erde nur sehr gering während die Periode dieser Schwankungen, wenn sie ja haben, offenbar nahe dem Jahre unserer Erde gleich mufs. Allein unsere neuesten und besten astronomischen obachtungen haben in der Distanz des Weltpols vom Ze der einzelnen Beobachter auch nicht die geringste Verä rung in den verschiedenen Jahreszeiten gezeigt, so dafs di diese Aenderungen, wenn sie überhaupt existiren, für ganz unmerklich seyn müssen. Es bleibt daher, als Wirk der Präcession, nur die in II erwähnte Verrückung der Ro tionsaxe der Erde übrig, nach welcher nämlich diese zwar immer durch dieselben Puncte der Oberfläche der geht, während ihre Verlängerung dem Himmel zu beiden S ten mit der Zeit an verschiedenen Orten begegnet, so demnach diese für die Erde selbst unveränderliche Rotations

der Erde zugleich von einem Fixsterne zum andern fort-
t, indem sie nämlich um den festen Pol der Ekliptik am
mel sehr nahe die Peripherie eines Kreises beschreibt. Die
wirkung der Sonne und des Monds auf die abgeplattete
e bringt also in der *absoluten Lage* der irdischen Rota-
axe (wenn man diese Lage auf fixe Puncte des Himmels
eht) diejenige Veränderung hervor, die wir oben mit
Benennung der Präcession bezeichnet haben, aber die
e der beiden erwähnten Gestirne sind unvermögend, diese
, *im Innern der Erde selbst*, zu verrücken, so wie sie
die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Drehung um diese
nicht zu ändern im Stande sind. Diese Erde dreht sich
r immer um eine und dieselbe Axe, die zugleich die Axe
sphäroidischen Figur ist, und die Rotation derselben um
Axe ist constant, obschon diese Axe selbst im Welt-
e ihre Lage mit der Zeit immer ändert. Man kann sich
Rotation durch eine an zwei entgegengesetzten Puncten
Oberfläche abgeplattete Orange vorstellen, wenn man
diese beiden Puncte einen Stift steckt und die Orange
iesen Stift gleichförmig dreht, während man zugleich dem
(sammt der mit ihm unveränderlich verbundenen Orange)
und nach verschiedene Neigungen im Raume giebt.

F. Veränderlichkeit des Jahres.

Da die Rotation der Erde um ihre Axe, wie wir im vor-
henden Abschnitte gesehn haben, vollkommen gleichför-
st, so ist auch die Rotationszeit der Erde oder der *Stern-*
für alle Zeiten von derselben unveränderlichen Dauer,
alle unsere Beobachtungen übereinstimmen. Nicht so
aber mit der Dauer des Jahres. Das *siderische Jahr*
Erde ist ebenfalls unveränderlich, wie die grofse Axe der
hn, mit welcher das Jahr durch das bekannte dritte Ge-
KEPLER's verbunden ist. Das siderische Jahr ist nämlich
eit zwischen zwei nächsten Durchgängen der Erde, von
onne gesehn, durch denselben fixen Punct des Himmels.
ropische Jahr der Erde aber oder die Zeit zwischen zwei
en Durchgängen der Erde durch die Puncte der Nacht-

S. Art. *Sternzeit*. Bd. VIII. S. 1031.

gleichen ist offenbar veränderlich, weil nach dem Vorhe
henden die Nachtgleichen selbst veränderlich sind. Da
dieses tropische Jahr es ist, von dem unsere Jahreszeiten
hängen, und dessen wir uns in unsern Kalendern, in
bürgerlichen Geschäften und selbst in unsern astronomi
Rechnungen bedienen, so ist es nothwendig, die Variat
desselben näher kennen zu lernen.

Dieses *tropische Jahr* ist nämlich kürzer, als das
oder siderische Jahr, und zwar um die Zeit, welche die
gebraucht, mit ihrer mittleren Bewegung den Bogen $\psi_{,}$
rückzulegen, welcher der Präcession in einem Jahre gleich
weil der Frühlingspunct durch die Präcession rückwärts
und daher der vorwärts gehenden Erde eher begegnet,
wenn er seinen Ort am Himmel unverändert beibehalten
Allein dieser Bogen $\psi_{,}$ besteht, wie wir gesehn haben,
zwei Theilen, von welchen der eine, die *Lunisolarp*
sion $\psi = 50'',3757$, constant und der andere $= -$
von den Planeten abhängig und variabel ist, so dafs die
me beider $50'',3757 - 0'',1644 = 50'',2113$ gleich $\psi_{,}$
gleich der sogenannten *allgemeinen Präcession* wird. W
dieser zweite Theil, der jetzt gleich $-0'',1644$ ist,
Folge der Zeiten noch gröfser werden und dabei immer
tiv bleiben sollte, so wird das tropische Jahr der Erde
immer kürzer werden, und umgekehrt. Wir wollen das
tropische Jahr, welches von diesem Einflusse der Pl
ganz frei oder für welches dieser zweite Theil gleich Nu
das *mittlere tropische Jahr* nennen. Um die Länge des
zu finden, wird man also von dem gegenwärtig statt h
den tropischen Jahre, das nach den neuesten Bestimm
365 Tage 5 Stunden 48 Min. 50,832 Secunden in mi
Sonnenzeit beträgt, die Zeit abziehn, während welch
Sonne in ihrer mittleren Bewegung den Bogen $0'',164$
rücklegt. Da die Sonne in einem mittleren Tage o
86400 Secunden mit ihrer mittleren Bewegung den B
$0^{\circ}\ 59'\ 8'',33 = 3548'',33$ zurücklegt, so wird sie durch
Bogen von $0'',1644$ in der Zeit

$$(0'',1644)\,\frac{86400}{3548,33},$$

das heifst, sehr nahe in 4 Zeitsecunden gehn, oder mit a
Worten, das gegenwärtige tropische Jahr ist um 4 Sec. gr

ss mittlere, so dafs daher die gesuchte Länge des mittlahres gleich

365 Tage 5 Stund. 48 Min. 46",832

Die mathematische Analyse zeigt, dafs das Jahr am gröfsämlich um 38" gröfser, als dieses mittlere, gewesen ist hre 3040 vor Chr. G. und dafs es seit dieser Zeit immer ommen hat und auch noch ferner abnehmen wird, bis Jahre 7600 nach Christus, wo es gleich 365 T. 5 St. 8,832 Sec., also 38" kleiner als das mittlere seyn wird, elcher Zeit an es dann allmälig wieder an Länge zun wird. Zur bequemen Uebersicht stellen wir hier die iedenen Längen des tropischen Jahres in einer kleinen e zusammen.

hre	war (wird seyn) die Länge des tropischen Jahres				
vor Chr. G. ..	365 T.	5 St.	49 M.	24,83 Sec.	Maximum
nach Chr. ..	365	5	48	50,83	gegenwärtig
nach Chr. ..	365	5	48	46,83	mittlerer Werth
nach Chr. ..	365	5	48	8,83	Minimum

ich ist das tropische Jahr seit Hipparch (der 140 Jahre hr. G. lebte) bis auf unsere Zeiten um 14 Secunden kürworden.

ebrigens bedarf es wohl kaum der Erinnerung, dafs die rhergehenden angegebenen Epochen für die verschiedene des Jahrs, so wie für die Zu- und Abnahme der der Ekliptik nicht auf die Genauigkeit von einzelnen , kaum auf die von einem Jahrhundert Anspruch maönnen. Die Rechnungen, welche diesen Resultaten zu liegen, beziehn sich wesentlich auf die Gröfse der der störenden Planeten, und diese sind uns keinesnoch so genau bekannt, dafs wir mit ihnen mit Sicherr- und rückwärts auf Ereignisse schliefsen dürfen, die e Jahrtausende von uns entfernt sind. Wenn aber unpäten Nachkommen diese Massen einmal genau werden gelernt haben, so werden sie mit denselben Rechnuneren wir uns jetzt bedienen, jene so weit von uns ent- Veränderungen unsers Planetensystems mit grofser Siit bestimmen.

G. Aeufsere Störungen der Rotation d Erde.

Alle vorhergehende Untersuchungen setzen übrig Erde als eine durchaus feste Masse voraus. Man könn her noch zweifeln, ob nicht die Meere, welche einen g fsen Theil der Oberfläche der Erde bedecken und die diefs durch die Ebbe und Fluth so grofsen Schwankung terworfen sind, einen störenden Einflufs auf die Rotati Erde ausüben mögen. Allein LAPLACE hat in seiner lichen Méc. céleste gezeigt, dafs die Erscheinungen der Präc für die mit dem Ocean, dessen Tiefe gegen den Halbmess Erde so ungemein klein ist, bedeckte Erde ganz dieselbe würden, als wenn das Meer mit der übrigen Erde eine einzig Masse bildete, und dafs ebenso wenig die Passatwinde, w zwischen den beiden Wendekreisen beständig von Ost nach wehn, die Rotation der Erde auf irgend eine uns merkliche zu stören im Stande sind. Auch die Erdbeben, Vulcane scheinen nach LAPLACE's Untersuchungen keinen bem ren Einflufs auf die Rotation der Erde hervorbringen z nen. Um eine solche Wirkung zu erzeugen, müfst beträchtliche Massen ihren Ort auf der Oberfläche de verlassen, um eine andere Stelle einzunehmen, wie z. B. ganze grofse Gebirgszüge von einem Orte zum übertragen würden; allein von solchen gewaltsamen Vers gen können wir kein Beispiel, nicht einmal die Mögli nachweisen. Blofs die seit dem Ursprunge der Erde Zweifel stark verminderte Temperatur ihres Innern könnt Länge des ehemaligen Tags sehr verkürzt haben, allein bereits oben (Art. *Tag*) gesagt worden, dafs diese Abkü in unserer Zeit, wenn sie überhaupt noch statt hat, gewifs mein langsam vor sich geht und dafs die Temperatur a Oberfläche der Erde seit Jahrtausenden schon als constant unveränderlich angenommen werden kann.

H. Nutation oder Wanken der Erdax

Nach dem Vorhergehenden ist die Lunisolarpräcessio Folge der Anziehung der Sonne und des Monds auf di geplattete Erde. Wenn die Sonne sich nicht in der Ek

Ekliptik, sondern wenn sie sich in der des irdischen Ae- ars bewegte, so würde die Präcession nicht statt haben, nur der Umstand, dafs die Sonne ein halbes Jahr über ebenso lange unter der Massenanhäufung, die einem Ringe einem Wulste gleich den Erdäquator bildet, sich befin- macht, wie wir gesehn haben, den Durchschnitt dieser n Ebenen, des Aequators und der Ekliptik, auf der letz- Ebene rückwärts gehn. Es ist offenbar, dafs für eine an- Schiefe, als die gegenwärtige ist, die Präcession auch andere seyn würde.

Dasselbe gilt nun auch von dem Monde. Wenn sich die- rabant gleich der Sonne in der Ebene der Ekliptik be- , so würde sein Antheil an der Präcession ebenfalls ein nter seyn, wie dieses bei der Sonne der Fall ist. Allein Mondbahn ist bekanntlich gegen die Ekliptik um den el von 5° 9′ geneigt und die Knoten seiner Bahn auf kliptik gehn rückwärts, und zwar so schnell, dafs sie in 18 Jahren die ganze Peripherie ihres Kreislaufes vollen- Dadurch kommt es denn, dafs die Mondbahn gegen die n den Himmel verlängerte Ebene des irdischen Aequa- ald 5° 9′ mehr, bald ebenso viel weniger, als die Eklip- lbst, geneigt ist, oder mit andern Worten: die Neigung Mondbahn gegen den irdischen Aequator ist veränderlich. mittlere Neigung beträgt, wie die der Ekliptik, 23° 28′, röfste aber ist gleich 28° 37′ und ihre kleinste 18° 19′, und eriode dieser Veränderung ist gleich 18 Jahren.

Aus dieser regelmäfsigen Ab- und Zunahme der Neigung Mondbahn gegen den Aequator folgt daher sofort, dafs der Antheil, welchen der Mond an der Präcession hat, alls ab- und zunehmen mufs, und dafs auch diese letzte derung in dieselbe Periode von 18 Jahren eingeschlos- der dafs sie von der Länge der Mondknoten abhängig wird. Bradley, einer der gröfsten beobachtenden Astro- n, hat bereits gegen das Jahr 1750 auf praktischem Wege igen Veränderungen der Fixsterne aufgefunden, die von Einwirkung des Monds auf die abgeplattete Erde her- n. Nach seiner Bestimmung kann man diese Verände- n darstellen, wenn man annimmt, dafs der Ort des ingspunctes, von welchem man alle Längen auf der

Ekliptik zählt, und dafs auch die Neigung der Ekliptik ge-
den Aequator einer Störung unterworfen seyn mufs, w
jene gleich — 16″,8 Sin. ☊ und diese = + 9″,0 Cos. ☊
wo ☊ die Länge des aufsteigenden Knotens der Mo
auf der Ekliptik bezeichnet. Durch die Theorie hat ma
ter diese Ungleichheiten noch genauer bestimmt und für d
Störungen der Länge λ und der Schiefe e der Eklipti
gende Ausdrücke gefunden:

$$\partial\lambda = -16'',783\ \text{Sin.}\ ☊ + 0'',161\ \text{Sin.}\ 2\ ☊ - 1'',336\ \text{Sin.}\ 2\ ⊙ - 0'',201\ \text{Sin.}\ 2\ ☾$$

und

$$\partial e = +8'',977\ \text{Cos.}\ ☊ - 0'',088\ \text{Cos}\ 2\ ☊ + 0'',580\ \text{Cos.}\ 2\ ⊙ + 0'',087\ \text{Cos.}\ 2\ ☾,$$

wo ⊙ und ☾ die Länge der Sonne und des Monds
zeichnen [1].

Auch diese Aenderungen des Frühlingspuncts und der S
der Ekliptik bestehn, wie die Lunisolarpräcession, i
Bewegung des Aequators um die als ruhend angen
Ekliptik, wobei also die Breite der Sterne ebenfalls ni
ändert wird. Während also der Einflufs der Sonne a
abgeplattete Erde constant ist, besteht der Einflufs des M
auf dieselbe aus zwei Theilen, von welchen der erste
falls constant, der zweite aber veränderlich ist. Die S
jener beiden constanten Einwirkungen wurde die *Luni
präcession* genannt, und dieser letzte veränderliche The
ganz der Einwirkung des Monds in Verbindung mit der
schiedenheit der Neigung seiner Bahn gegen den irdische
quator angehört, heifst die *Nutation* oder das Wank
irdischen Aequators oder, was dasselbe ist, das Wanke
Erdaxe.

Wenn wir uns alle bisher angeführten Veränderungen
lich darstellen wollen, so können wir annehmen, da
Fig. 291. Mittelpunct E des Kreises PQRS den Pol der Ekliptik
stelle und dafs in der Peripherie dieses Kreises, dessen H
messer EP = e gleich der Schiefe der Ekliptik ist, der
des Aequators sich gegen die Ordnung der Zeichen i
Richtung PQRS jährlich um $\psi = 50'',3757$ weiter b

1 S. Laplace Méc. céleste. T. II.

urch wird die *Lunisolarpräcession* ausgedrückt, die blofs constante Wirkung der Sonne und des Monds auf die abattete Erde ist. Allein durch die Wirkung der Planeten l auch, wie wir gesehn haben, die Ekliptik aus ihrer gebracht, daher wir den Pol E der Ekliptik nicht mehr nd, sondern in einer krummen Linie e f g h um den Punct ch bewegen lassen müssen, wodurch denn die Schiefe der ptik Pe, Qf, Rg u. s. w. ebenfalls mit der Zeit geändert l. Da endlich durch die Nutation der Aequinoctialpunct ohl, als auch die Schiefe der Ekliptik eine alle 18 Jahre lerkehrende Aenderung erleidet, so wird man, um auch Nutation in der Zeichnung darzustellen, den Pol P des uators nicht mehr, wie zuvor, in der Peripherie PQRS.. s Kreises, sondern vielmehr in einer Art von Schlangen- Ppqrs.. einhergehn lassen, in welcher der wahre Pol p mittleren P bald etwas voraus-, bald etwas zurücksteht bald dem mittleren Pole E der Ekliptik näher, bald wievon ihm entfernter ist, als der wahre Pol P des Aetors.

I. Reduction der Gestirne wegen der Nutation.

Da durch die Nutation der Frühlingspunct auf der Eklipverschoben und auch durch die Bewegung des Aequators Schiefe der Ekliptik verändert wird, so wird dadurch r nicht die Breite, wohl aber die Länge, die Rectascen- und endlich die Declination aller Gestirne geändert. Daaber die Beobachtungen dieser Gestirne, wie sie an verіedenen Tagen angestellt werden, unter sich vergleichbar n mögen, oder auch, damit man sie alle auf eine bestimmte oche, z. B. auf den Anfang des Beobachtungsjahrs, reduciren ne, mufs man die an jedem Tage beobachtete Rectascen- und Declination derselben von der Nutation befreien, um auf diejenige zu bringen, die ohne diese Nutation statt geit hätte. Nehmen wir also an, a und $90° - p$ seyen die ctascension und Declination eines Fixsterns für einen bemmten Tag, wenn keine Nutation existirte. Man suche die aus folgende, durch die an diesem Tage statt habende Nuon veränderte Rectascension a′ und Declination $90° - p'$.

Man pflegt in der Astronomie diese Gröfsen a und p die m
leren und a' und p' die *scheinbaren* Positionen des Ste
nennen, weil dem Beobachter diese Gestirne in der Tha
dieser Rectascension a' und dieser Declination 90° — p' ersch

Um nun die Gröfsen a' und p' aus den gegebenen Gr
a und p zu finden, suche man zuerst die Länge λ und B
90° — π des Sterns in Beziehung auf die Ekliptik. D
sind aber durch die bekannten Gleichungen der sphäris
Trigonometrie gegeben:

$$\left.\begin{aligned} \text{Sin.}\,\pi\ \text{Cos.}\lambda &= \text{Sin.}\,p\ \text{Cos.}\,a \\ \text{Sin.}\,\pi\ \text{Sin.}\lambda &= \text{Cos.}\,p\ \text{Sin.}\,e + \text{Sin.}\,p\ \text{Sin.}\,a\ \text{Cos.}\,e \\ \text{Cos.}\,\pi &= \text{Cos.}\,p\ \text{Cos.}\,e - \text{Sin.}\,p\ \text{Sin.}\,a\ \text{Sin.}\,e \end{aligned}\right\}$$

wo e, die Schiefe der Ekliptik, aus der oben gegebenen F
mel

$$e = 23^\circ\ 28'\ 18'',0 - 0'',48368\ t$$

genommen wird, wenn t die Anzahl Jahre seit 1750 be
net. Vermehrt man dann die so gefundenen Werthe
und e um die im Anfange dieses Artikels gegebenen Werthe
$\partial\lambda$ und ∂e, so dafs also die durch die Nutation verä
Länge des Sterns $\lambda' = \lambda + \partial\lambda$ und die durch die Nu
veränderte Schiefe $e' = e + \partial e$ wird, so wird man aus d
Länge λ' und Breite π des Sterns, mit der Schiefe e',
gende scheinbare Rectascension a' und Declination 90° — p'
selben finden:

$$\left.\begin{aligned} \text{Sin.}\,p'\ \text{Cos.}\,a' &= \text{Sin.}\,\pi\ \text{Cos.}\,\lambda' \\ \text{Sin.}\,p'\ \text{Sin.}\,a' &= \text{Sin.}\,\pi\ \text{Si}\ldots\ \text{Cos.}\,e' - \text{Cos.}\,\pi\ \text{Sin.}\,e' \\ \text{Cos.}\,p' &= \text{Si}\ldots\ \text{Sin.}\,\lambda'\ \text{Sin.}\,e' + \text{Cos.}\,\pi\ \text{Cos.}\,e' \end{aligned}\right\}$$

und durch diese zwei Systeme von Gleichungen ist un
Aufgabe vollständig aufgelöst.

Auch diese Aufgabe läfst sich, wie oben die analoge
die Präcession, noch auf eine zweite vortheilhaftere W
auflösen, wenn mehrere Beobachtungen desselben Tags zu
duciren sind, weil dann die Hülfsgröfsen m, m' und θ
alle diese Beobachtungen constant sind und dieselben bl
so dafs man in den beiden folgenden Systemen das ers
alle jene Sterne nur ein einziges Mal zu berechnen bra
Fig. 292. Ist nämlich E der unbewegliche Pol der Ekliptik, P

näml..

ere, so wie P' der scheinbare (oder durch die Nutation
nderte) Pol des Aequators und S der Stern, so sey der
n $PP' = \Theta$, der Winkel $EPP' = m$ und $EP'P = m'$.
es vorausgesetzt findet man diese Gröfsen Θ, m und m'
em Dreieck EPP' durch folgende Gleichungen, wo $EP = e$
$EP' = e'$ ist:

$$\text{Tang.}\ \frac{m+m'}{2} = \frac{\text{Cos.}\,\frac{1}{2}(e'-e)}{\text{Cos.}\,\frac{1}{2}(e'+e)}\,.\,\text{Cotg.}\,\tfrac{1}{2}\partial\lambda\,,$$

$$\text{Tang.}\ \frac{m-m'}{2} = \frac{\text{Sin.}\,\frac{1}{2}(e'-e)}{\text{Sin.}\,\frac{1}{2}(e'+e)}\,.\,\text{Cotg.}\,\tfrac{1}{2}\partial\lambda,$$

$$\text{Sin.}\,\Theta = \frac{\text{Sin.}\,e}{\text{Sin.}\,m'}\,\text{Sin.}\,\partial\lambda = \frac{\text{Sin.}\,e'}{\text{Sin.}\,m}\ \text{Sin.}\,\partial\lambda\,.$$

urch kennt man also in dem Dreieck SPP' die Gröfsen
$= \Theta$, $PS = p$ und $SPP' = m - (90^\circ + a)$, also findet
auch $PP'S = 90^\circ + a' + m'$ und $P'S = p'$ durch die fol-
len Ausdrücke:

$$p'\,\text{Cos.}\,(a'+m') = -\text{Sin.}\,p\,\text{Cos.}\,(m-a),$$
$$p'\,\text{Sin.}\,(a'+m) = \text{Sin.}\,p\ \text{Cos.}\,\Theta\,\text{Sin.}\,(m-a) - \text{Sin.}\,\Theta\,\text{Cos.}\,p,$$
$$p' = \text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}\,\Theta\,\text{Sin.}\,(m-a) + \text{Cos.}\,\Theta\,\text{Cos.}\,p\,.$$

imt man aber die dem Pole des Aequators zu nahen Sterne
so werden, da $\partial\lambda$ und ∂e nur klein sind, auch die
sen a' und p' von den ursprünglichen a und p nur wenig
chieden seyn, daher es in den meisten Fällen statt der
ergehenden strengen Auflösungen bequemer seyn wird,
ittelbar die Werthe von $a' - a = \partial a$ und $p' - p = \partial p$
h die Differentialrechnung zu suchen. Zu diesem Zwecke
man

$$a' - a = \left(\frac{\partial a}{\partial\lambda}\right)\partial\lambda + \left(\frac{\partial a}{\partial e}\right)\partial e$$

$$p' - p = \left(\frac{\partial p}{\partial\lambda}\right)\partial\lambda + \left(\frac{\partial p}{\partial e}\right)\partial e,$$

die in Klammern eingeschlossenen Gröfsen die partiellen
erentiale von a und p in Beziehung auf λ und e be-
hnen.

Es ist aber, wie man leicht sieht,

$$\left(\frac{\partial a}{\partial \lambda}\right) = \text{Cos. e} + \text{Sin. e Sin. a Cotg. p},$$

$$\left(\frac{\partial a}{\partial e}\right) = - \text{Cos. a Cotg. p},$$

$$\left(\frac{\partial p}{\partial \lambda}\right) = - \text{Sin. e Cos. a},$$

$$\left(\frac{\partial p}{\partial e}\right) = - \text{Sin. a},$$

so dafs man daher für die gesuchten vollständigen W[...] von ∂a und ∂p erhält

$$\partial a = (\text{Cos. e} + \text{Sin. e Sin. a Cotg. p}) . \partial\lambda - \text{Cos. a Cotg. p} . \partial [...]$$

$$\partial p = - \text{Sin. e Cos. a} . \partial\lambda - \text{Sin. a} . \partial e.$$

Substituirt man in diesen beiden Gleichungen die im A[...] dieses Artikels gegebenen Werthe von $\partial\lambda$ und ∂e u[...] man, was für die Ausübung immer genügt, die Glied[...] 0",5 weg, so erhält man, wenn man e = 23° 27′ 55″ f[...] Jahr 1800 nimmt, für die gesuchte Nutation in Rectas[...] und Poldistanz folgende Ausdrücke:

$$\begin{aligned} a' - a = & - 15'',4 \text{ Sin. } \Omega \\ & - (6'',7 \text{ Sin. } \Omega \text{ Sin. a} + 9'',0 \text{ Cos. } \Omega \text{ Cos. a}) \text{ Cotg. p} \\ & - 1'',2 \text{ Sin. } 2 \odot \\ & - (0'',5 \text{ Sin. } 2 \odot \text{ Sin. a} + 0'',6 \text{ Cos. } 2 \odot \text{ Cos. a}) \text{ Cotg. [...]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p' - p = & + 6'',7 \text{ Sin. } \Omega \text{ Cos. a} - 9'',0 \text{ Cos. } \Omega \text{ Sin. a} \\ & + 0'',5 \text{ Sin. } 2 \odot \text{ Cos. a} - 0'',6 \text{ Cos. } 2 \odot \text{ Sin. a}, \end{aligned}$$

und diese Werthe wird man mit ihren Zeichen zu der [...] lern Rectascension a und Poldistanz p der Sterne setzen, [...] die scheinbaren Gröfsen a′ und p′ zu erhalten. Will man [...] von den scheinbaren Gröfsen a′ und p′ zu den mittlern [...] gehn, so wird man in den beiden letzten Gleichungen [...] von dem Gleichheitszeichen die Zeichen aller Glieder in [...] entgegengesetzten verwandeln.

Vollständige Reduction der beobachteten Gestirne auf ihren mittlern Ort.

Wir haben in dem gegenwärtigen Artikel die Reductionen ben, durch welche man die beobachteten oder scheinba- Oerter der Gestirne auf ihren mittleren Ort zurückführen , sofern der Unterschied zwischen beiden Oertern von der *ession* und von der *Nutation* abhängt. In dem Artikel *rrung des Lichts* ist auch bereits die von der *Aberration* Lichtstrahlen abhängige Reduction gegeben worden. Nimmt alle drei Ausdrücke zusammen, so erhält man für die tändige Reduction des mittlern Orts a und p der Gestirne ihre scheinbaren Oerter a′ und p′ folgende Formeln, die in praktischen Astronomie von beinahe immer wiederkom- dem Gebrauche sind:

$$
\begin{aligned}
-a = {} & (46'',054 + 20'',056 \,\mathrm{Sin.}\, a \,\mathrm{Cotg.}\, p) \,.\, t \\
& - 20'',25 \frac{\mathrm{Cos.}\, e \,\mathrm{Cos.}\, a}{\mathrm{Sin.}\, p} \mathrm{Cos.} \odot \\
& - 20'',25 \frac{\mathrm{Sin.}\, a \,\mathrm{Sin.} \odot}{\mathrm{Sin.}\, p} \\
& - 0'',60 \,\mathrm{Cos.}\, a \,\mathrm{Cotg.}\, p \,\mathrm{Cos.}\, 2 \odot \\
& - (1'',22 + 0'',53 \,\mathrm{Cotg.}\, p \,\mathrm{Sin.}\, a) \,\mathrm{Sin.}\, 2 \odot \\
& - (15'',39 + 6'',68 \,\mathrm{Cotg.}\, p \,\mathrm{Sin.}\, a) \,\mathrm{Sin.}\, \text{☊} \\
& - 8'',98 \,\mathrm{Cotg.}\, p \,\mathrm{Cos.}\, a \,\mathrm{Cos.}\, \text{☊},
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
-p = {} & -(20'',0562 \,\mathrm{Cos.}\, a)\; t \\
& + 20'',25 \,\mathrm{Cos.}\, p \,\mathrm{Cos.}\, a \,\mathrm{Sin.} \odot \\
& + 20'',25 \,(\mathrm{Tang.}\, e \,\mathrm{Sin.}\, p - \mathrm{Cos.}\, p \,\mathrm{Sin.}\, a) \,\mathrm{Cos.}\, e \,\mathrm{Cos.} \odot \\
& + 0'',53 \,\mathrm{Cos.}\, a \,\mathrm{Sin.}\, 2 \odot \\
& - 0'',58 \,\mathrm{Sin.}\, a \,\mathrm{Cos.}\, 2 \odot \\
& + 6'',68 \,\mathrm{Cos.}\, a \,\mathrm{Sin.}\, \text{☊} \\
& - 8'',98 \,\mathrm{Sin.}\, a \,\mathrm{Cos.}\, \text{☊}\,.
\end{aligned}
$$

diesen Ausdrücken bezeichnen a und p die Rectascension d die Distanz des Gestirns von dem Nordpol des Aequa- , ⊙ die Länge der Sonne, ☊ die Länge des aufsteigen- n Knotens der Mondbahn und t endlich die seit dem Jahre 35 verflossenen Jahre; für eine Zeit vor 1835 ist t negativ. dlich enthält in diesen beiden Ausdrücken für a′ — a und — p das erste Glied die *Präcession*, das zweite und dritte *Aberration* und die vier letzten die *Nutation*.

L. Bestimmung der Mondmasse und der Abplattung der Erde aus den gefundenen Werthen der Nutation und Präcession.

Wenn man von den in (B) erhaltenen Gliedern der Nutation blofs die von dem Mondknoten ☊ beibehält, welche auch bei weitem gröfser sind, als alle übrigen, so kann man die Nutation der Länge $\partial\lambda = 16'',783$ Sin. ☊ als die blofse Wirkung des Monds ansehn, während die jährliche Präcession $\psi = 50'',3757$ die Folge der vereinigten Wirkungen der Sonne und des Mondes ist. Da sich aber jede störende Kraft wie die Masse des störenden Körpers durch das Quadrat seiner Entfernung dividirt verhält, so sieht man, dafs die beobachteten Gröfsen der Präcession und Nutation das Verhältnifs der Masse des Monds zu jener der Sonne geben müssen. Auf diese Weise fand man, dafs die Masse des Monds nahe 0,0000000427 der Masse der Sonne seyn mufs. Da aber, wenn man die Masse der Erde als Einheit annimmt, die Sonnenmasse gleich 337100 ist, so ist auch die Masse des Monds nahe $\frac{1}{70}$ von jener der Erde, ein Resultat, das mit demjenigen genau genug übereinstimmt, welches man durch Rechnung aus den Phänomenen der Ebbe und Fluth des Meeres gefunden hat.

Ebenso wird sich aus der beobachteten Gröfse der Präcession, da sie eine Folge der Abplattung der Erde ist, wieder rückwärts auf die Gröfse dieser Abplattung schliefsen lassen. Man fand so, dafs die Abplattung der Erde, wenn die beobachtete Präcession mit der durch die blofse Rechnung erhaltenen übereinstimmen soll, nicht gröfser als $\frac{1}{248}$ seyn kann, was wieder nahe genug mit den Resultaten übereinstimmt, welche man für diese Abplattung aus den Beobachtungen des Secundenpendels an verschiedenen Orten der Erde und aus unmittelbaren Meridianmessungen auf der Oberfläche unserer Erde gefunden hat.

M. Veränderung der Schiefe der Ekliptik.

Es ist bereits oben bemerkt worden, dafs man in der Lehre von der Präcession die Schiefe der Ekliptik im Allgemeinen als constant voraussetzt. Die Einwirkung der Sonne

des Mondes auf die an ihren Polen abgeplattete Erde macht ich die Ebene des Aequators auf der als ruhend angemenen Ebene der Ekliptik rückwärts gehn, ohne dafs daler Winkel dieser zwei Ebenen durch jene Einwirkung ittelbar geändert wird. Wenn also die Sonne und der d allein auf die an ihren Polen abgeplattete und um ihre sich bewegende Erde wirkten, so würde die *mittlere* (d. h. ron der periodisch wiederkehrenden, unter I betrachteten Nun unabhängige) Neigung der Ekliptik gegen den Aequator indig seyn. Allein die anderen Körper unseres Sonnensystems, n Einflufs auf die Gestalt der Erde, wegen ihrer zu gro- Entfernung, zwar verschwindet, haben doch noch eine merkliche Wirkung auf die *Lage der Erdbahn*, indem die Ebene der Ekliptik (die wir in der Lehre von der ession im Allgemeinen als unbeweglich angenommen ha- der Ebene des Aequators immer mehr zu nähern suchen. andern Worten: die Anziehung der Planeten auf die Erde Allgemeinen (ohne Beziehung auf die abgeplattete Kugelilt derselben) setzt die Ebene der Ekliptik gegen die des uators in eine Bewegung, nach welcher die Ekliptik dem uator sich immer mehr zu nähern sucht, und in dieser erung besteht die sogenannte *Abnahme der Schiefe der iptik.*

Aelteste Beobachtungen der Schiefe der Ekliptik.

Diese *Schiefe* der Ekliptik (das heifst, den Winkel, weln die Ekliptik mit dem Aequator bildet und der jetzt nahe Grad beträgt) hat man ohne Zweifel schon in den frühen Zeiten bemerkt, obschon die Entdeckung der (sehr langen) Abnahme dieser Schiefe erst dem vorhergehenden Jahrdert angehört. Die älteste Beobachtung dieser Art und rhaupt die älteste aller auf uns gekommenen astronomischen bachtungen ist die oben erwähnte, im Jahre 1100 vor G. in China an einem Gnomon angestellte Solstitialbeobtung, aus welcher man die Schiefe der Ekliptik für jene t gleich 23° 54′ 3″ abgeleitet hat. Die zweite, ebenfalls r alte Beobachtung dieser Art ist die des Griechen Pytheas Marseille. Der König Tschu-Kong lebte zur Zeit des

Codrus in Athen oder des David in Judäa. Pytheas
beobachtete im J. 350 vor Chr. G., welches Jahr in die M
der beiden im Alterthume berühmten Schlachten von M
nea und Chaeronea fiel. Er hatte von der damaligen Rep
Marseille (dem alten Massilia) den Auftrag erhalten, die n
lichen Gegenden Europa's zu untersuchen, auf welcher R
er bis zu der Insel *Thule* (wahrscheinlich unser Island) v
drang. Zwar haben Strabo und Polybius diese Reise
Zweifel gezogen, aber die Gründe, welche sie gegen die
angeben, sind von Gassendi[1] und Bougainville[2] hinläng
widerlegt worden. Berühmter noch ist Pytheas durch s
Solstitialbeobachtung der Sonne, aus welcher er für das J.
350 v. Chr. die Schiefe der Ekliptik gleich 23° 49′ 20″,
2′ 40″ kleiner, als die chinesischen Beobachter, gefunden
Eratosthenes aber, ein äuſserst vielseitig gebildeter M
der Leibnitz seiner Zeit, beobachtete um d. J. 280 vor C
diese Schiefe der Ekliptik zu 23° 51′ 13″, wie es s
nicht eben sehr genau; auch hat Riccioli in seiner *Ge
phia reformata* viel daran zu ändern gefunden, aber
hinlängliche Gründe, da uns die näheren Umstände dieser B
obachtung nicht erhalten sind.

Die Araber, welche die Astronomie überhaupt sehr c
virten, verwendeten eine besondere Sorgfalt auf die Besti
mung der Ekliptik, zu welcher ihnen ihre groſsen Instrume
vorzügliche Dienste leisteten. Der Chalif Almamon im 9
Jahrhundert lieſs diese Beobachtung von einer ganzen Gese
schaft von Astronomen einmal in Bagdad machen, wo man 23°
fand, und das zweite Mal in Damas, wo diese Schiefe gle
23° 33′ 52″ gefunden wurde. Nahe 150 Jahre später wu
dieselbe Beobachtung von mehreren Astronomen in Bag
wiederholt, wo die mittägigen Höhen des Sommer- und W
tersolstitiums 80° 15′ und 28° 5′, also die Schiefe 23° 35′ g
funden wurde. Eine andere Beobachtung der Schiefe wu
in derselben Stadt im J. 988 von acht Astronomen zugle
unter der Regierung des Chalifen Scharfodaula, eines v
züglichen Beschützers der Sternkunde, gemacht. In den n
ren Zeiten ist unter diesen Beobachtungen der Araber

1 Dessen Opera. T. IV.
2 Mém. des Inscript. T. XX.

ch die des Ibn-Junis bekannt geworden, der gegen das
1000 unter dem Chalifen Aziz-Ben-Hakim in Aegyp-
lebte und dessen astronomische Manuscripte im Anfange
gegenwärtigen Jahrhunderts in der Bibliothek zu Leyden
funden und von Cousin und Sedillot übersetzt wur-
Er fand aus seinen Beobachtungen die Schiefe der Ekliptik
h 23° 34′ 26″.

Im 13ten Jahrhundert erwachte auch in China, unter
engis-Chan und seinen ersten Nachfolgern, wieder die
Liebe zur Astronomie, die unter den vorhergehenden Un-
ganz in Verfall gerathen war. Kobilai, der fünfte
folger Dschengis-Chan's, hatte den Chinesen Cochu-
zum Präsidenten des mathematischen Collegiums in Pe-
gemacht, einen der thätigsten und talentvollsten Astro-
n, dessen jenes Volk sich rühmen kann. Nebst mehrern
verdienstvollen Unternehmungen, durch welche er der
urator der chinesischen Astronomie geworden ist, beob-
te er auch mit einem Gnomon von 40 Fuſs mehrere Jahre
Schiefe der Ekliptik und fand sie im Jahre 1280 gleich
32′ 2″. Nach ihm verfiel die Wissenschaft in diesem
le immer mehr, wahrscheinlich aus demselben Grunde,
welchem man ihr frühes Aufblühen daselbst herleiten muſs,
sie *Staatsangelegenheit* war, wodurch ihre Entwickelung
en ersten Zeiten wohl sehr befördert, aber auch in den
rn nicht weniger gehindert wurde, indem die Astrono-
ohne Erlaubniſs der Regierung an ihren Theorieen bei
esstrafe nichts ändern durften. Nicht anders konnte, im
nge des 17ten Jahrhunderts, dem gänzlichen Untergange
Astronomie in China begegnet werden, als durch die Her-
iehung der Europäer, besonders der Jesuiten, die sich
l groſses Ansehn daselbst erwarben, aber auch, ihre gün-
Stellung zu andern Zwecken miſsbrauchend, wieder ent-
t wurden.

Von den Indiern und Chaldäern, die doch die Astrono-
schon in den ältesten Zeiten cultivirt haben, sind uns
ne Beobachtungen der Schiefe der Ekliptik erhalten wor-
. Wir freuen uns mit Recht, daſs so viele Schriften der
n Griechen und Römer noch auf uns gekommen sind, der
en finsteren Jahrhunderte ungeachtet, die zwischen uns und

ihnen liegen. Aber wie viel mehr mag noch verloren ge- gen seyn, was wir jetzt nicht einmal mehr vermissen kön- Simplicius erzählt nach Porphyrius, daſs Kallisth der Alexander den Grossen auf seinen Feldzüge Sammler wissenschaftlicher Merkwürdigkeiten begleitete, aus der Stadt Babylon eine Reihe von 1900jährigen, da angestellten astronomischen Beobachtungen nach Griechen zurückgebracht habe. Von allen diesen ist auch keine mehr übrig, so wenig, als von den unzählbaren Sch welche die Bibliothek zu Alexandrien aufbewahrte und denen der beschränkte und eifernde Chalif mehrere M lang die Bäder dieser Stadt geheizt haben soll. Ebenso nig hat sich auch von den Beobachtungen der alten Aegy erhalten, obschon die berühmte Alexandrinische Schule in Hauptstadt des Landes ihren Sitz aufgeschlagen hatte. Ja alten Beobachtungen der Aegyptier scheinen selbst für Mitglieder der Alexandrinischen Schule (die im J. 25 Chr. G. von Ptolemäus Philadelphus gestiftet wurde reits verloren gewesen zu seyn, da der Astronom Pto (um 130 nach Chr. G.) in seinem *Almagest*, so oft er Beobachtungen gebraucht, nur die der Chaldäer citirt, auch nur eine ägyptische zu erwähnen[1].

Im 13ten Jahrhunderte versammelte Holaku Il der Neffe Dschengis-Chan's, die berühmtesten Astron seiner Zeit in seiner Hauptstadt Maragha, wo er mit meinem Aufwande unter Nasireddin's Anleitung im J. 1

---

1 Ueberhaupt sind die ältesten astronomischen Beobacht die noch auf uns gekommen sind, die bereits oben erwähnte ch sche Gnomon-Beobachtung von Tschu-Kong im J. 1100 vor und zwei Mondfinsternisse, welche die Chaldäer zu Babylon i Jahren 719 und 720 vor Chr. beobachteten und deren Andenken Ptolemäus erhalten hat. Die älteste, bloſs geschichtliche Nach von astronomischen Beobachtungen ist die von der Sonnenfinst des Jahres 2155 vor Chr. G. unter der Regierung des Tschos- Die beiden Hofastronomen Hi und Ho, so erzählen die chinesische cher, sagten diese Finsterniſs unrichtig voraus und wurden de nach einem schon damals sehr alten Reichsgrundgesetze mit Tode bestraft. Man hat mit unsern neuen Planetentafeln diese achtung nachgerechnet und gefunden, daſs in der That in jenem 2155 v. Chr. zur Herbstzeit eine in China sichtbare Sonnenfinst statt gefunden hat.

e große Sternwarte errichtete und sie mit den kostbarsten rumenten ausrüstete. Aber der erste Beschützer und selbst ner der Astronomie unter den Beherrschern desselben Volwar ULUGH BEIGH, ein Neffe TIMUR-LENGH's (oder ERLAN's). Von dem Wunsche beseelt, der Nachwelt sei-Namen als den eines großen Fürsten und eines Freun-der Wissenschaften zu übergeben, erbaute er, im Anfange 15ten Jahrhunderts, in Samarkand eine Sternwarte mit haft königlicher Freigebigkeit[1], auf welcher er selbst den mel mit einem, Personen seiner Art seltenen Eifer zu be-hten pflegte. Die Früchte seiner und seiner Gehülfen iten waren ein Sternkatalog, den wir noch besitzen und alle früheren an Vollkommenheit übertraf, und neue Planstafeln, die im J. 1449 vollendet waren und die noch zu no's (gest. 1601) Zeiten als die besten der bisher gegen anerkannt wurden. Auch die Schiefe der Ekliptik wurde ihm mit einer besondern Sorgfalt gemessen. Der Quat, welchen er sich zu dieser Absicht verfertigen liefs, nach GRÄVIUS unwahrscheinlicher Erzählung, von einer heuern Gröfse gewesen seyn, indem der Halbmesser des-n gleich der Höhe des Domes der Sophienkirche in Con-tinopel über dem äufsern Fufsboden war. Mit diesem Innente fand er im J. 1437 die Schiefe der Ekliptik gleich 31′ 48″.

ere Beobachtungen der Schiefe der Ekliptik.

Schon zur Zeit der Wiedererweckung der Wissenschaften uropa, im 15ten Jahrhundert, erkannten die ersten Astron dieser Zeit, PURBACH, REGIOMONTAN, WALTHER u. A., Wichtigkeit jenes Elements der praktischen Sternkunde suchten dasselbe mit ihren noch unvollkommenen Instruten so genau, als sie eben konnten, zu bestimmen. BERN-D WALTHER in Nürnberg fand diese Schiefe 23° 29′ 47″

---

1 Diese Liebe zur Unterstützung der Sternkunde hat sich bei den rrschern jenes Volkes noch bis auf unsere Zeiten erhalten. CHARrzählt, dafs der Vorsteher der Hofsternwarte des Königs von en jährlich 100000 Francs erhalte und dafs die jährliche Besolaller Astronomen dieser Sternwarte zusammen über eine Million es betrage.

für das Jahr 1490; Tycho Brahe 23° 29′ 30″ für 1
Hevelke in Danzig 23° 29′ 0″ für 1660; der ältere C
23° 28′ 54″ für 1672 und Flamstead 23° 28′ 48″ für
Im 18ten Jahrhunderte fand Bianchini diese Schiefe
23° 28′ 35″ für das Jahr 1703; Olaus Römer 23° 2
für 1709; Bradley und mit ihm übereinstimmend Lac
23° 28′ 19″ für 1750 und Maskelyne in Greenwich m
vorzüglichen Instrumenten 23° 28′ 8″ für das Jahr 17
unsern Tagen endlich fand man im Mittel aus ebenso
reichen als guten Beobachtungen die Schiefe der E
gleich 23° 27′ 39″,29 für das Jahr 1830.

Abnahme der Schiefe der Ekliptik.

Wenn man diese verschiedenen Angaben der Astro
von der ersten chinesischen des Jahrs 1100 vor Chr. G
auf unsere Tage, unter einander vergleicht, so bemer
bald, dafs diese Schiefe der Ekliptik seit beinahe 30
ren in einer immer fortschreitenden Abnahme begri
Wenn sie im J. 1100 vor Chr. in der That gleich 23
gewesen ist, so beträgt ihre Abnahme, da sie im Jahr
nach Chr. G. 23° 27′ 39″ war, in jedem Jahre 0″,5, a
jedem Jahrhunderte nahe 50 Secunden. Zwar findet
wenn man die einzelnen oben angeführten Angaben für
schiedene Zeiten unter einander vergleicht, für diese s
Abnahme auch wohl verschiedene Werthe, was seine U
in der Unvollkommenheit der älteren Beobachtungen
mag, aber eine constante Abnahme dieses Winkels ist d
ungeachtet nicht zu verkennen. Es ist sonderbar, da
Astronomen auf diese Abnahme erst in der Mitte des v
gehenden Jahrhunderts aufmerksam geworden sind. Hipp
Ptolemäus und alle ihre Nachfolger waren der Mei
dafs die Ekliptik eine feste, am Himmel unveränderliche
habe. Tycho bemerkte zuerst, dafs die *Breite*[1] der S
mit der Zeit sich ändere, aber er war dieser Aenderung
gewifs genug, um darauf einen Schlufs auf die Bewegli
der Ekliptik zu gründen. Erst hundert und funfzig Jahre
ihm fiel den Astronomen die viel gröfsere Schiefe, w
ihre frühen Vorgänger gefunden hatten, dergestalt auf,

1 Vergl. *Breite*. Bd. I. S. 1204.

1 Verg

diese Aenderung derselben förmlich in Frage gestellt e. Der grofse L. EULER[1] war es, der auch hier, wie in ielen andern Zweigen der Wissenschaft, zuerst die Bahn i, indem er zu zeigen suchte, dafs diese Abnahme der fe den Gesetzen der Mechanik völlig gemäfs sey. Desgeachtet zweifelte man noch längere Zeit an der Exidieser Abnahme und es gab mehr als einen Astronomen, ie oben angeführten Beobachtungen der Alten so lange e und verdrehte, bis sie endlich seiner vorgefafsten Mei-, dafs diese Schiefe unveränderlich sey, genug zu thun nen. Da die meisten Beobachtungen jener von uns so entfernten Zeiten uns nicht mit den nöthigen Belegen und aupt nur unvollständig mitgetheilt worden sind, so sind ihr geeignet, aus sich Alles machen zu lassen, was man will, um sie der einen Hypothese sowohl, als auch der gengesetzten oft mit gleichgewichtigen Scheingründen anien, wie in der Geschichte der Astronomie durch mehr ne Thatsache gezeigt werden kann. Erst als LAGRANGE[2] Abnahme durch die Kraft der Analyse über allen Zweihoben hatte, fand sie allgemeinen Eingang, und man äftigte sich nun damit, die eigentliche Gröfse dieser Abe zu erforschen. Allein diese Gröfse wurde verschieden iden, je nachdem man zwei verschiedene Beobachtungen mmenstellte. Vergleicht man z. B. die älteste Beobachder Chinesen vom Jahre 1100 vor unserer Zeitrechnung ler neuesten von 1830, so findet man für die Abnahme chiefe in 100 Jahren 50″; die Beobachtung des PYTHEAS gab, mit der von 1830 verglichen, für diese säculare Abe 59″ und die des TYCHO 45″. Offenbar sind die älteleobachtungen nicht genau genug, um diese Gröfse mit theit zu bestimmen.

stimmung der Abnahme durch die Theorie.

Es blieb daher nichts übrig, als den eigentlichen Werth r Abnahme der Schiefe der Ekliptik durch die Theorie

---

Mém. de Berlin. T. X. v. J. 1754.

Mém. de l'Acad. de Paris. 1774. Mém. de l'Acad. de Berlin.

oder auf dem Wege der Analyse zu bestimmen. Allein diese Bestimmung hat ihre besondern Schwierigkeiten, die sowohl in der analytischen Entwickelung der hierher gehörenden Ausdrücke, als vielmehr in den numerischen Substitutionen dieser algebraischen Ausdrücke liegen.

Wenn blofs die Sonne und der Mond auf die Erde wirkten und wenn überdiefs diese Erde die Gestalt einer vollkommenen Kugel hätte, so würde die Schiefe der Ekliptik im Allgemeinen immer dieselbe bleiben. Allein die übrigen Körper unsers Sonnensystems, die Planeten, haben auch eine merkliche Wirkung auf die Erde, und zwar nicht blofs auf den Ort der Erde in ihrer Bahn, sondern auch auf die Gestalt und Lage dieser Bahn selbst. Vermöge dieser letzten Wirkung der Planeten wird die Ebene der Erdbahn oder der Ekliptik dem hier als fest betrachteten Aequator immer mehr genähert und zugleich rückt, durch dieselbe Wirkung der Planeten, der Durchschnittspunct der Ekliptik mit dem Aequator oder der Nachtgleichenpunct auf der festen Ekliptik in der Ordnung der Zeichen, oder von West gen Ost etwas vor. Wie viel von diesen beiden Verrückungen der Ekliptik jeder einzelne Planet bewirkt, ist eben der Gegenstand des Problems, von dem hier die Rede ist[1]. Hier mag es genügen nur das Folgende mitzutheilen.

Nennt man n die Neigung der Bahn des die Erde störenden Planeten, z. B. Mercurs, gegen die Erdbahn und k die Länge des aufsteigenden Knotens der Mercursbahn auf der Ekliptik, so wie e die Schiefe der Ekliptik, so hat man, wenn d e die Verminderung der Schiefe und d a die Verrückung des Frühlingspunctes, die durch diesen Planeten bewirkt wird, bezeichnet,

$$de = m \,\text{Sin.}\, n \;\text{Sin.}\, k \quad \text{und} \quad da = m \,\text{Sin.}\, n \;\text{Cos.}\, k \;\text{Cot} \ldots$$

In diesen beiden Ausdrücken ist die Gröfse m ein Factor, dessen Werth vorzüglich von der *Masse* des störenden Planeten abhängt, und diese Masse mufs daher genau bekannt seyn, wenn man die Gröfsen d e und d a mit Schärfe angeben will. Was die übrigen Gröfsen n, k und e betrifft, so sind

1 Die Auflösung desselben findet man in Littrow's Astronomie. Wien 1827. Th. III. S. 325. 482.

reits so gut bekannt, als man zu unserm Zwecke nur immer ünschen kann. Nicht so aber verhält es sich mit der Masse Planeten, die sehr schwer zu bestimmen ist. Unsere chfolger werden, nach Verlauf von mehreren Jahrhunderten, Massen sehr gut bestimmen können, wenn sie unsere gu- Beobachtungen mit ihren eigenen vergleichen. Allein wir sen, in Beziehung auf unsere Vorgänger, auf diesen Vor- l Verzicht thun, da selbst die vor 80 oder 100 Jahren an- tellten Beobachtungen viel zu unvollkommen und die noch tern zu unserm Zwecke gar nicht zu gebrauchen sind. Alle rungen[1] nämlich, die irgend ein Planet in der Bahn eines ern hervorbringt, oder alle säcularen Störungen sind der , dafs ihr analytischer Ausdruck, wie die beiden vorher- enden, einen Factor m enthält, der auf irgend eine Weise der Masse des störenden Planeten abhängt, daher auch alle e säcularen Störungen so lange nicht genau berechnet wer- können, als man diese Massen selbst nicht genau kennt. nn aber, nach einer Reihe von mehreren Jahrhunderten, dann statt habende Gestalt und Lage der Planetenbahnen denjenigen verglichen werden können, welche wir gegen- tig, in unsern Tagen, so genau beobachten und in unsern iften der Nachwelt überliefern, so wird man die Wir- g dieser Störungen am Himmel selbst sehn und sie gleich- daselbst lesen können. Es ist aber für sich klar, dafs es von unsern Nachkommen desto genauer geschehn wird, genauer erstens ihre und unsere Beobachtungen sind und weiter zweitens die Epochen dieser zwei Beobachtungen in Zeit von einander entfernt sind. Denn viele dieser Stö- gen sind der Art, dafs sie Jahrtausende durch immer in elben Richtung anwachsen und endlich sehr beträchtlich den und mehrere Grade übersteigen können. Dann wer- aber jene analytischen Ausdrücke selbst sehr gute Mittel bieten, um aus ihnen den wahren Werth des Factors m und urch auch die wahre Gröfse der Masse des störenden Pla- n zu bestimmen.

Nach den neuesten Bestimmungen nehmen wir die Masse curs gleich dem 2025800sten Theile der Masse der Sonne woraus $m = \frac{1}{10}$ folgt. Ferner beträgt die Neigung der

---

1 Vergl. *Perturbationen*. Bd. VII. S. 440.

[illegible]

für Merkur δe = [illegible]		δn = [illegible]
— Venus	[illegible]	[illegible]
— Mars	[illegible]	[illegible]
— Jupiter	[illegible]	— [illegible]
— Saturn	[illegible]	— [illegible]
Summe δe = [illegible]		δn = [illegible]

[illegible]

Man sieht hieraus, daß durch die Wirkung der [illegible] auf die Erde die Bahn derselben sich in einem [illegible] um nahe [illegible] dem hier als fest vorausgesetzten [illegible] nähert und daß der Frühlingspunkt auf diesem [illegible] derselben Zeit um [illegible] gen Ost vorrückt. [illegible] genannten Planeten bewirken eine [illegible], die [illegible] aber eine westliche Bewegung des Frühlingspunktes. [illegible] drei Bewegungen zusammen größer sind, als die [illegible] der zwei letzten, so ist die Richtung dieser Bewegung [illegible] gen Ost oder nach der Ordnung der Zeichen. [illegible] Wirkungen der Planeten auf die Ekliptik hängen, [illegible] angeführten Formeln zeigen, von den Neigungen n und [illegible] Knotenlängen k der Planetenbahnen gegen die Ekliptik ab. [illegible] diese Neigungen und Knoten sind, wie aus der Lehre [illegible] Perturbationen bekannt ist, beständigen Aenderungen [illegible] worfen, und sie werden daher in der Folge der Zeit [illegible] andere Werthe haben, als in unsern Tagen, so daß [illegible] mal die Summe der Werthe von ∂e sowohl, als auch [illegible]

jetzt positiv ist, negativ werden wird, wo dann die der Ekliptik nicht mehr, wie gegenwärtig, *abnehmen*, vielmehr *wachsen* und wo der Frühlingspunct, der östliche Bewegung hat, nach Westen gehn wird.

derlichkeit und Grenzen dieser Abnahme der Schiefe.

sieht schon daraus, dafs der Werth von ∂a, so wie ∂e, um welchen letztern es sich hier eigentlich hanveränderlich und in jedem Jahrhundert ein anderer ist, so auch die vorhergehenden Formeln nur abgekürzt sind afs für den Zeitraum von zwei oder drei Jahrhunderten niger Sicherheit angewendet werden können. In der indet man auch, wenn man diesen Gegenstand genauer kelt, für diese beiden Gröfsen ∂a und ∂e nicht, wie constante, sondern vielmehr solche Ausdrücke, die von nus und Cosinus von Winkeln abhängen, welche letzit der Zeit gleichförmig fortgehn, so dafs also die wahVerthe dieser Gröfsen periodischen Abwechslungen untera sind und bald positiv, bald negativ seyn können. Man diese genaueren Werthe in dem oben angeführten Werke wie sie zuerst von LAPLACE[1] entwickelt worden sind. ACE beschäftigte sich mit diesem wichtigen Gegenstande in dem vorletzten Jahrzehnt des verflossenen Jahrhunund fand bereits früher[2] den genaueren Ausdruck der fe der Ekliptik in jeder gegebenen Zeit

$$e = 23^0\,28'\,43'' - 1865'',12\ \text{Sin.}^2\,(8'',8843\,T) - 3140'',34\ \text{Sin.}\,(32'',8412\,T) \quad \ldots \quad (A)$$

T die Anzahl der Jahre nach 1700 bezeichnet. Für ein vor dieser Epoche ist T negativ. Sucht man z. B. die iefe der Ekliptik, wie sie im J. 300 vor Chr. G. zur Zeit EUKLIDES oder der Gründung der Alexandrinischen Schule hatte, so ist T = — 2000 und daher

$$8'',8843\,T = 4^0\,56'\,8'',$$
$$32'',8412\,T = 18^0\,14'\,42'',$$

1 Mécan. céleste. T. III. p. 158.
2 Mém. de l'Acad. de Paris. 1778.

so dafs man daher für die Schiefe der Ekliptik zu jener Z

$$23^0\ 44'\ 52'',37$$

erhält. Für die Epoche 1700 ist sie, nach derselben G chung,

$$23^0\ 28'\ 43''.$$

Wollte man also die Abnahme der Schiefe während ser Periode von 2000 Jahren als gleichförmig betrachten, würde man die Differenz dieser beiden Schiefen oder die $0^\circ\ 16'\ 9'',37$ durch 2000 dividiren und somit für die jähr Abnahme derselben 0",485 erhalten. Daraus würde dann gen, dafs in 174300 Jahren, von unserer Zeit an gerechnet, Schiefe der Ekliptik ganz verschwinden, dafs dann die E tik mit dem Aequator zusammenfallen und ein immerwä der Frühling auf der Erde herrschen würde[1]. Allein Folgerung kann nicht angenommen werden, da, wie ge der letzte Ausdruck für die Schiefe nie gleich Null we kann, sondern da vielmehr die Ekliptik sich nur bis auf bestimmte Grenze dem Aequator nähern darf, um sich wieder, bis zu einer zweiten Grenze, von ihm zu entfer Der Winkel, in welchem sich die Ekliptik, gleich einem del, auf und ab bewegt, beträgt nicht über sechs Grade die Zeit, welche sie bedarf, um von einer Grenze zur an zu kommen, enthält viele Jahrtausende. Da uns, wie be oben erinnert worden ist, die Massen der Planeten noch mit derjenigen Schärfe bekannt sind, die zu der Berechn dieser Grenzen nöthig ist, so lassen sie sich auch jetzt nicht mit Verläfslichkeit angeben. Indefs hat LAGRANGE Versuch gemacht, mit unserer Kenntnifs der Planetenma jene Rechnung vorzunehmen, für die er folgende Resultate funden hat.

Im Jahre 29400 vor Chr. G. war diese Schiefe in ih Maximum und gleich 27° 31'. Seit jener Epoche nahm

---

1 Von dieser erfreulichen Zukunft hat schon PLUTARCH Pl Philos. II. gesprochen. Noch mehr weifs uns der Schwärmer W in s. Theorie de la terre und PLUCHE im Spectacle de la nature d zu erzählen, hinter welchen unsere neuesten Schwärmer, die N philosophen, nicht zurückbleiben wollten, indem sie sogar die vollkommenheit aller menschlicheu Erkenntnisse aus dieser Schiefe Ekliptik ableiten und die Berichtigung jener mit der Verschwind dieser zusammenstellen wollten.

Digitized by Google

rch 15000 Jahre ab und erreichte daher im J. 14400 vor r. ihr Minimum von 21° 20′. Von da wuchs sie wieder rch 12400 Jahre und kam im J. 2000 vor Chr. in ihr Maum, das damals nur 23° 53′ betrug. Seit dieser Zeit ist in immerwährender Abnahme begriffen durch eine Reihe 8600 Jahren, so dafs sie im J. 6600 nach Chr. ihr Minimum 22° 54′ erreichen und dann neuerdings durch volle 12700 re wachsen wird, bis sie im J. 19300 nach Chr. ihr Mahum von 25° 21′ erreicht.

Da von der Schiefe der Ekliptik unsere Jahreszeiten abgen, so gab es wohl Zeiten, und sie werden wieder komn, wo die Temperatur unserer Sommer gröfser war und une Tage länger, unsere Nächte kürzer waren, aber der Unschied wird, da die gröfste Differenz der Schiefe nur sechs de beträgt, nie sehr merklich seyn und nach einer grofsen he von Jahrhunderten werden die Jahreszeiten sich ebenso lmäfsig folgen, als wir dieses in unsern Tagen bemerken. er ewige Frühling aber, den sich Mehrere von jener Abme der Schiefe der Ekliptik versprochen haben, mufs in das iet der Träume versetzt werden, da wir ihn auf Erden hl ebenso wenig, als den ewigen Frieden mit gutem Grunde rten dürfen.

Bemerken wir noch, dafs es, der bereits erwähnten Unherheit der Massen wegen, besser ist, einstweilen diese Abme der Schiefe nicht sowohl aus der Theorie, als vielmehr den unmittelbaren Beobachtungen abzuleiten. Diese Beachtungen sind nämlich seit dem Jahre 1750 bereits so ge-, dafs man aus den in jener Epoche angestellten Messun der Schiefe, verbunden mit denen unserer Tage, die Abme derselben mit aller nöthigen Schärfe für alle die Zeiten den kann, die etwa 50 Jahre vor 1750 und ebenso weit h 1830, also für nahe 200 Jahre statt haben. Die vorherhende Formel zeigt, dafs die Schiefe der Ekliptik für jede t T nach irgend einer Epoche, wenn man blofs die zwei ten Potenzen von T beachtet, die Form hat

$$\text{Schiefe der Epoche} - a.T - b.T^2,$$

die Factoren a und b durch die erwähnten Beobachtungen stimmt werden können. Indem man so die besten Beobtungen dieser Periode auf das sorgfältigste combinirte, fand n für die Schiefe der Ekliptik den Ausdruck

$e = 23^\circ\, 28'\, 42'',19 - 0'',483408\, T - 0'',000002723\, T^2$ ..

wo wieder T die Anzahl Jahre seit 1700 bezeichnet, welchen Ausdruck man ohne merklichen Fehler für die Zeit von 1600 bis 1900 nehmen kann.

Aufser dieser constanten oder doch durch eine Reihe von vielen Jahrhunderten immer fortgehenden Abnahme der Schiefe der Ekliptik giebt es endlich noch eine andere periodische, in der Zeit von nahe 19 Jahren wiederkehrende Aenderung der Ekliptik, die wir oben (Lit. I.) unter der Benennung der *Nutation* kennen gelernt haben und die nicht, wie jene, von den Planeten, sondern blofs von der Einwirkung der Sonne und des Monds auf die Lage der Erdbahn abhängig ist.

Genaue Beobachtung der Schiefe der Ekliptik.

Da die Bestimmung der wahren Gröfse der Schiefe der Ekliptik durch das ganze Gebiet der Astronomie von der größten Wichtigkeit ist, so mufs auch die Beobachtung derselben mit besonderer Sorgfalt vorgenommen werden. Wenn man im Augenblick des Solstitiums die mittägige Höhe der Sonne beobachtet und davon die bekannte Aequatorhöhe abzieht, so erhält man daraus unmittelbar die gesuchte Schiefe. Ist nämlich z die beobachtete Zenithdistanz des Mittelpuncts der Sonne und φ die geographische Breite des Orts, so hat man $e = \varphi - z$ für das Sommer- und $e = z - \varphi$ für das Wintersolstitium. Allein dieses setzt erstens die Kenntnifs der Polhöhe φ voraus; zweitens hängt diese Bestimmung nur von einer einzigen Beobachtung ab, die aus verschiedenen Ursachen nicht zuverläfslich genug für einen so wichtigen Gegenstand seyn kann, und sie nimmt endlich an, dafs der Augenblick des Solstitiums genau in den Mittag des Beobachtungsortes fällt, was nur selten oder nie der Fall seyn wird. Man mufs daher auf Mittel denken, sich von diesen Umständen frei zu machen.

Da in der Nähe der Solstitien die mittägige Höhe, also auch die *Declination* der Sonne, nur sehr langsam sich ändert, so läfst sich diese Aenderung für ein gegebenes Zeitintervall durch Rechnung mit grofser Genauigkeit bestimmen. Wir wollen diese Aenderung durch u bezeichnen. Ist nämlich

.. diese

Augenblick eines Mittags *in der Nähe des Solstitiums* δ beobachtete Declination der Sonne und α die Rectascen- derselben (welche letztere sich auch entweder durch un- elbare Beobachtung am Passageninstrumente oder durch die nomischen Tafeln finden läfst) und nennt man e die schon ahe bekannte Schiefe der Ekliptik, so hat man die be- nte Gleichung

$$\text{Tang.}\,\delta = \text{Tang.}\,e\,.\,\text{Sin.}\,\alpha\,.$$

dieser Gleichung kann man aber einen sehr einfachen und auen Werth für die Aenderung $e - \delta = u$ der Declination iten, die von dem Augenblick der Beobachtung bis zu dem tritte des Solstitiums statt hat. Man findet nämlich für diese uction

$$u = \Theta^2\ \text{Sin.}\,2e - \tfrac{1}{2}\,\Theta^4\,\text{Sin.}\,4e + \tfrac{1}{3}\,\Theta^6\,\text{Sin.}\,6e - \ldots,$$

$\Theta = \text{tang.}\,\frac{1}{2}(90^0 - \alpha)$ ist. Mittelst dieser Ausdrücke wird also jede in der Nähe des Solstitiums beobachtete mittä- Zenithdistanz z des Mittelpuncts der Sonne auf die Sol- l-Zenithdistanz $z + u$ derselben bringen und daher so Solstitial-Zenithdistanzen erhalten, als man vor und dem Solstitium mittägige Beobachtungen der Sonne hat. n sieht leicht, dafs man auf diese Weise zehn, zwanzig l mehrere Bestimmungen erhält und dafs man sich durch ses Verfahren von den zwei letzten der oben erwähnten chtheile ganz unabhängig machen kann. Hat man also diese obachtungen zur Zeit des Wintersolstitiums angestellt und nt man r die Refraction[1], welche man bei diesen Beob- tungen gebraucht hat, so giebt jeder Tag die gesuchte hiefe e der Ekliptik durch die Gleichung

$$e = z + u + r - \varphi,$$

d in dieser Gleichung kann man, wenn man, wie hier vorausge- tzt werden mufs, an einem guten Instrumente beobachtet hat, e Gröfsen z und u als genau bekannt ansehn, um so mehr, da se Gleichung eigentlich das Mittel aus 10 oder 20 andern nlichen ist, in welchem Mittel sich die vielleicht begangenen, inen Beobachtungsfehler gegenseitig gröfstentheils aufheben rden. Nicht so ist es aber mit den beiden andern Gröfsen und φ. Die Refraction ist, besonders in kleinern Höhen,

1 S. Art. *Strahlenbrechung.*

wie sie bei den Wintersolstitien statt haben, noch imme
nigen Ungewifsheiten unterworfen und die Polhöhe ist
mit derjenigen Genauigkeit zu bestimmen, die hier er
wird. Wenn man aber nicht nur das Wintersolstitium,
dern auch das vorhergehende oder folgende Somme
tium beobachtet hat, so findet man aus demselben die S
e' der Ekliptik durch folgende Gleichung:

$$e' = \varphi - z' + u' - r',$$

wo z', u', r' wieder die vorhergehende Bedeutung hab
wo φ denselben Werth wie zuvor hat. Auch diese
Bestimmung der Schiefe ist, wie man sieht, von φ und
hängig und daher denselben Nachtheilen, wie die erste,
gesetzt. Aber wenn man von diesen beiden Schiefen e
das arithmetische Mittel $\frac{1}{2}(e + e')$ nimmt, so erhält
die gesuchte Schiefe der Ekliptik den Ausdruck

$$\tfrac{1}{2}(z - z') + \tfrac{1}{2}(u + u') + \tfrac{1}{2}(r - r')$$

und dieser ist, wie man sieht, von der Kenntnifs der Po
ganz unabhängig und nur noch demjenigen Fehler aus
welchen man vielleicht in der Bestimmung der Refracti
gangen haben kann. Von der so erhaltenen beobachteten S
wird man dann die oben erwähnte Nutation 9″ Cos. ☊
trahiren, um die gesuchte mittlere Schiefe zu erhalten.

Obschon die Astronomen der neuern Zeit die gröfste S
falt und die besten Instrumente auf die Beobachtung der S
der Ekliptik verwendeten, so fanden sie doch keinesw
gewünschte Uebereinstimmung der Resultate. Vorzüglich
fallend, ja unerklärbar erschien ihnen die sonderbare Diff
der *Sommer-* und *Winterschiefe*. Die Schiefe der E
wurde nämlich aus den Beobachtungen im Sommer d
gröfser als im Winter gefunden, und diese Differenz gi
den geübtesten und mit den besten Instrumenten ve
nen Beobachtern, bei MASKELYNE auf 5, bei PIAZ
gar auf 8 Secunden und darüber, und zeigte sich
stant durch eine Reihe von 15 und mehr Jahren, in w
diese Beobachtungen angestellt wurden. PIAZZI sucht
Ursache dieser sonderbaren Erscheinung in den Wirkung
Elektricität der Atmosphäre. Andere wollten eine perio
Ungleichheit der Nutatiom oder einen unregelmäfsige
des Erdkörpers, der von einem Ellipsoid beträchtlich abw

e, als den Grund jener Differenz angeben. Wieder an- glaubten durch eine andere Abnahme der Schiefe, als die er festgesetzte, das Räthsel lösen zu können. Bürg stellte lemselben Zwecke eine ganz andere Tafel der mittleren action auf, die aber von keinem Astronomen angenommen le. Andere suchten in den Beobachtungen der Astronomen nge hin und wieder, bis sie auch einige Beispiele vom ntheile fanden, wo die Sommerschiefe die kleinere war, dadurch die ganze Erscheinung auf bloſse Beobachtungs- er zurückzuführen, und wieder andere hatten sich von Existenz dieses Unterschiedes, an welcher auch bei einer ternen Ansicht des Gegenstandes nicht weiter zu zweifeln , so sehr überzeugt, daſs sie diese isolirte Erscheinung, bloſs bei der Neigung der Erdbahn statt hatte, zu einem meinen Phänomen erheben wollten. Wie es dann bei efaſsten Meinungen zu gehn pflegt, daſs man, was man eifrig sucht, auch in der That findet, so machten diese Herren die Entdeckung, daſs nicht bloſs bei der t, sondern auch bei allen übrigen Planeten die Nei- g des nördlichen Theils ihrer Bahnen durchaus gröſser sey, ie des südlichen Theiles. Wer kann sagen, welche Hypothe- noch alle zu Tage gefördert worden wären, wenn nicht Räthsel von einer Seite eine Auflösung erhalten hätte, welcher man dieselbe wohl schon öfter vermuthet, aber diese Vermuthung näher zu untersuchen immer vernach- gt hatte.

Bessel war es, der in der monatlichen Correspondenz später in seinen *Fund. Astron.* zuerst zeigte, daſs die ection der Refraction, die von dem Thermometer abhän- ist, bisher von den Astronomen auf eine unrichtige Art macht worden sey und daſs Tob. Mayer schon lange zu- eine bessere vorgeschlagen habe, die aber sonderbarer se unbeachtet geblieben, ja von einigen sogar für falsch ärt worden ist. Bessel nahm nun die ganze Theorie der action nach einem neuen, umfassenden Plane noch einmal und verwendete dabei besondere Sorgfalt auf diese Be- mung der thermometrischen Correction. Als er seine neuen actionstafeln vollendet hatte, wandte er sie auf die Beob- tungen der Schiefe an, die Maskelyne, Piazzi, Oriani, ach und er selbst gemacht hatten, und fand zu seiner nicht

geringen Beruhigung, dafs jene Differenz zwischen den S mer- und Winterschiefen blofs illusorisch ist, dafs sie in Natur selbst nicht existirt und endlich dafs sie blofs de lerhaften Correction der Refraction durch das Thermo entstanden ist, wodurch denn auch sofort alle früher stellten Hypothesen in ihr Nichts zurückfielen.

Einflufs der Schiefe der Ekliptik auf die Jah zeiten.

Wenn die Schiefe der Ekliptik nicht existirte oder die Bahn der Erde mit ihrem Aequator zusammenfiele, würden alle Bewohner der Erde die Sonne immer im A tor sehn, sie würde durch das ganze Jahr genau im Ost auf- und im Westpuncte untergehn und jeder Tag endlich seiner Nacht gleich seyn. Dahin würde es in der That kommen, wenn, nach WHISTON, WEIDL LOUVILLE[1], einmal in der Folgezeit diese beiden Ebene sammenkommen und fortan bei einander bleiben w Dafs dieses aber nie geschehn wird, ist bereits oben g worden.

Nennt man S den halben Tagbogen eines Gestirns, die Hälfte desjenigen Theiles seines *Parallelkreises*[2], der dem Horizonte eines Beobachters liegt, so hat man bekann wenn φ die Polhöhe des Beobachters und p die Poldistan Gestirns bezeichnet, zur Bestimmung von S die einfache G chung

$$\text{Cos.}(180^\circ - S) = \frac{\text{Tang.}\,\varphi}{\text{Tang. p}}.$$

Ist nun das Gestirn die Sonne, so bezeichnet S die halbe geslänge und die Gleichung zeigt, dafs in der nördlichen misphäre, wo φ positiv angenommen wird, wenn p kl als 90° ist, S gröfser als 90° seyn wird und umgekehrt, dafs die Tage länger als die Nächte sind, so lange die So zur Zeit unsers Frühlings und Sommers, über dem Aequ steht und umgekehrt. Für p = 90°, oder wenn die So am 21sten März und 23sten September im Aequator steht,

---

1 In Actis Erud. Lips. 1719. p. 218.

2 S. Art. *Parallelkreise*. Bd. VII. S. 294.

Digitized by Google

ı. $(180^0 - S) = 0$ oder $S = 90^0$ oder Tag und Nacht sind dann der ganzen Erde einander gleich. Für die Bewohner der südlin Halbkugel, wo φ negativ ist, treten die entgegengesetzten cheinungen ein; ihr Tag ist länger, wenn der unsere kürzer oder sie haben Sommer, wenn wir Winter haben, und umehrt.

Da die Schiefe der Ekliptik $e = 23^\circ\ 28'$ beträgt, so ist Poldistanz p der Sonne immer zwischen den Grenzen $' - e = 66^\circ\ 32'$ und $90^\circ + e = 113^\circ\ 28'$ enthalten. Ist ı $p = \varphi$ oder wird für irgend einen Tag des Jahrs die Polanz der Sonne gleich der geographischen Breite eines Ortes der Oberfläche der Erde, so ist $S = 180^\circ$, oder die Sonne t an diesem Tage für jenen Ort nicht mehr auf und un-, sondern berührt blofs, im Augenblicke ihrer Culmina-ı, den Horizont desselben Ortes. Dieses ist für solche Orte Anfang der Jahreszeit ohne Nacht oder ohne Tag, wo die ne mehrere Tage über oder unter dem Horizonte bleibt. Bewohner der Erde, für welche die Sonne blofs an eiı einzigen Tag im Jahre nicht auf- oder nicht untergeht, n eine nördliche oder südliche Breite, die gleich $90^0 - e$ und sie sind die Bewohner der beiden *Polarkreise.* Die h näher bei den Polen wohnen, haben mehrere Tage im re, wo ihnen die Sonne nicht auf- oder nicht untergeht, l zwar desto mehr, je näher sie selbst dem Pole sind. Diesind die Bewohner der Polarländer. Die mittägige Höhe h Sonne ist überhaupt

$$h = 180^0 - p - \varphi$$

l diese wird daher für jede gegebene Polhöhe φ am gröfs-, wenn p am kleinsten oder gleich $90^\circ - e = 66^\circ\, 32'$ wird. n hat man $h = 113^\circ\ 28' - \varphi$, oder h ist desto kleiner, h. die Sonne steht selbst im Mittage desto niedriger, je ser die geographische Breite ist. Für den Polarkreis ist $= 90^\circ - e = 66^\circ\ 32'$, also $h = 46^\circ\ 56'$, und für den Pol selbst $\varphi = 90^\circ$, also $h = 23^\circ\ 28'$. Für die Bewohner des Pols ist rhaupt jede Höhe, nicht blofs die mittägige, gleich $90^\circ - p$ r die Höhe der Sonne bleibt daselbst durch den ganzen g dieselbe, so lange p sich nicht ändert; die Sonne bleibt ıtbar, so lange p kleiner als 90° ist, und sie wird unsichtı wenn p gröfser als 90° ist.

Erscheinungen für eine andere Schiefe der Ekliptik.

Man nennt bekanntlich *heifse Zone* den Theil der Erdoberfläche, der zwischen den beiden *Wendekreisen* eingeschlossen ist, d. h. zwischen den beiden dem Aequator parallelen Kreisen, die von ihm zu beiden Seiten um den Bogen e abstehn. Die beiden *kalten Zonen* erstrecken sich von den beiden Polen bis zu den *Polarkreisen*, d. h. zu den beiden dem Aequator parallelen Kreisen, die von den Polen um den Bogen e, also auch vom Aequator zu beiden Seiten desselben um den Bogen $90^0 - e$ abstehn. Die zwei noch übrigen Zonen, die zwischen den Wende- und Polarkreisen eingeschlossen sind, heifsen die *gemäfsigten Zonen*. Aus diesen Erklärungen folgt sofort, dafs die Bewohner der heifsen Zone die Sonne jährlich zweimal in ihrem Zenithe haben, dafs die Bewohner der kalten Zonen die Sonne mehrere Tage nicht auf- und mehrere Tage nicht untergehn sehn, und dafs endlich die Bewohner der gemäfsigten Zonen die Sonne, die ihnen alle Tage des Jahres auf- und untergeht, nie in ihrem Scheitel sehn können. Die heifse Zone erstreckt sich in jeder der beiden Hemisphären von $\varphi = 0$ bis $\varphi = e = 23^0\ 28'$, die gemäfsigte von $\varphi = e$ bis $\varphi = 90^0 - e = 66^0\ 32'$, und die kalte endlich von $\varphi = 90^0 - e$ bis $\varphi = 90^0$.

Ganz anders würden sich alle diese Erscheinungen verhalten, wenn die Schiefe der Ekliptik von der jetzt stattfindenden sehr verschieden wäre. Wäre z. B. $e = 0$ oder fiele die Ekliptik mit dem Aequator zusammen, so würde die Polardistanz, also auch die Mittagshöhe der Sonne, durch das ganze Jahr dieselbe bleiben; der Tag würde an allen Orten der Erde immer gleich seiner Nacht seyn und 12 Stunden dauern, die Bewohner des Aequators würden die Sonne Mittags immer in ihrem Zenithe sehn und für die Bewohner des Pols würde sie den ganzen Tag und das ganze Jahr im Horizonte geblieben seyn. Wäre aber die Schiefe der Ekliptik z. B. gleich 45°, so würde die heifse Zone von $\varphi = 0^\circ$ bis $\varphi = 45^\circ$ und die beiden kalten würden von $\varphi = 45^\circ$ bis $\varphi = 90^\circ$ gehn, daher es, in der obigen Bedeutung des Worts, gar keine gemäfsigte Zone geben könnte. Bei dem Planeten Venus scheint diese Schiefe noch viel gröfser zu seyn, wenn man anders die

achtungen Schröter's, die er selbst nur als Vermuthun- darstellt, vertrauen darf, da sie gegen 72 Grade betragen Demnach würde sich die heiſse Zone, deren Bewohner lich die Sonne noch in ihrem Scheitel sehn können, zu bei- Seiten des Venus-Aequators auf eine Breite von 72 Gra- erstrecken. Heiſst dann wieder die kalte Zone diejenige, welche die Sonne mehrere Tage im Jahre nicht auf- und untergeht, so würde man von dieser 144 Grade breiten en Zone die zwei äuſsersten Theile, deren jeder eine e von 54 Graden hat, auch zugleich zur kalten Zone n müssen. In der Entfernung von 18 Graden von dem und ebenso weit von dem Aequator würde also dieje- Zone von 54^0 Breite eingeschlossen seyn, deren Be- ner einen Theil des Jahrs hindurch die Sonne gar nicht und sie wieder, in einem andern Theil des Jahres, in n Zenithe erblicken. Bloſs jene zwei Gegenden um den bis 18 Grade von demselben, ausgenommen werden alle en Theile der Oberfläche der Venus die Sonne zweimal ahre in ihrem Scheitel sehn und selbst für die Bewohner beiden Pole wird sie, im höchsten Sommer, im Mittage noch bis auf 72 Grade über ihren Horizont erheben und ieser Zeit, ihrem längsten Tage, wo sie die Sonne immer , wird sie ihnen selbst um Mitternacht, wo sie am tief- steht, noch in der Höhe von 54 Graden erscheinen, also erselben Höhe, in welcher die Bewohner von Petersburg Sonne im Mittag ihres längsten Tags erblicken. Die von Aequator über 18 Grade entfernten, noch in der heiſsen liegenden Bewohner der Venus werden im Gegentheile Zeit des Jahres von den senkrecht auf sie fallenden Son- trahlen verbrannt und zu einer andern Zeit wieder von hen langen Nächten abgekühlt und alles Sonnenlichtes lich beraubt werden. Die Bewohner dieses Planeten wer- daher mit sehr schroffen Abwechselungen ihrer Jahreszeiten ämpfen haben, die übrigens wenigstens dadurch wieder ermaſsen gemildert werden, daſs ihre Jahreszeiten nur halb so lange dauern, als die der Erde, da die Umlaufs- der Venus um die Sonne nur 224,7 unserer Tage dauert.

Wenn endlich die Schiefe der Ekliptik 90 Grade beträgt wenn die Bahn eines Planeten auf dem Aequator des- n senkrecht steht, so würden alle drei Zonen, in der

vorigen Bedeutung genommen, von 0° bis 90° gehn, oder würden sich alle unter einander mischen und jede der würde sich über die ganze Oberfläche des Planeten erstr Nennt man l die Länge und p die Poldistanz der Sonne, hat man die bekannte Gleichung

$$\text{Sin.}\, l\ \text{Sin.}\, e = \text{Cos.}\, p\,.$$

Da aber für unsere gegenwärtige Voraussetzung $e = 90°$ ist, hat man

$$l = 90° - p$$

oder für einen solchen Planeten wird die *Länge* der Sonne im auch zugleich die *Declination*[1] seyn. Da auch hier für Anfang oder das Ende derjenigen Zeit, wo die Sonne für nen gegebenen Parallelkreis der Breite φ nicht mehr auf- untergeht, $p = \varphi$ seyn mufs, so ist auch

$$l = 90° - \varphi\,.$$

Für $\varphi = 0$ hat man demnach $l = 90°$ oder für den Ae geht die Sonne nicht mehr auf oder nicht unter an de Tagen, wo sie in den Solstitien oder wo ihre Länge 90° oder 270° ist. Für $\varphi = 90°$ im Gegentheile ist l oder für die Pole ist der Anfang jener Zeit dann, wenn die S in die Aequinoctien tritt oder wenn ihre Länge 0° oder ist, so dafs also hier die Pole ebenfalls ein halbes Jahr und ein halbes Jahr Nacht haben werden. Für jeden an Ort, dessen Breite φ ist, hat der Anfang und das Ende Zeit statt, wenn die Sonne die Länge $90° - \varphi$ oder 270 hat. Dieser Fall hat in unserm Sonnensysteme bei dem neten *Uranus* statt, wenn anders die Beobachtungen de tern Herschel richtig sind, nach welchen die Bahnen Satelliten dieses Planeten, also auch wahrscheinlich die E seines Aequators, auf der Ebene seiner Bahn um die So senkrecht stehn sollen. Für diesen, von der Sonne am w testen entfernten Planeten wird also der Unterschied aller K mate, der bei uns so grofse und wichtige Folgen hat, beina ganz aufgehoben seyn, d. h. es wird, in Beziehung auf Stand der Sonne und auf die Temperatur des Bodens in v schiedenen Zeiten des Jahrs, einerlei seyn, ob das Land bei dem Aequator oder bei den Polen liegt, da jeder P

1 S. Art. *Abweichung*. Bd. I. S. 128.

Oberfläche des Uranus, selbst die beiden Pole nicht aus-
ommen, die Sonne im Laufe seines langen Jahres (von
nahe 84 unserer Jahre) zweimal in seinem Zenithe sieht.
Anfange des Frühlings und des Herbstes, wenn man hier
h diese Worte gebrauchen darf, wird nämlich die Sonne
krecht über dem Aequator stehn und Tag und Nacht auf
ganzen Planeten gleich grofs seyn. Allein nur kurze Zeit
h dieser Epoche werden selbst die Bewohner in der Nähe
Aequators schon einen bedeutenden Unterschied in der
ge ihrer Tage und Nächte bemerken und im Anfange des
mers oder des Winters wird der nördliche oder der süd-
e Pol die Sonne in seinem Zenithe sehn und die diesen
n zunächst liegenden Länder werden durch volle 42 un-
r Jahre immerwährend Tag und ebenso lange wieder eine
nterbrochene Nacht haben. Durch diese Einrichtung wird
auch der Unterschied der vier Jahreszeiten auf dem Uranus
gröfstmögliche seyn, oder mit andern Worten: so wenig
in Beziehung auf Temperatur, Beleuchtung, Vegetation
gl., darauf ankommen wird, ob man nahe bei dem Aequator
fern von demselben wohne, so viel wird im Gegentheile
af ankommen, ob der Süd- oder Nordländer des Uranus
Sommer oder Winter hat. Bedenkt man noch, dafs die
ohner des Uranus, ihrer grofsen Entfernung von der Sonne
en, diese Sonne an Oberfläche nahe 300mal kleiner sehn,
wir, und dafs sonach ihr hellstes Tageslicht noch nicht
dem unserer Mondnächte verglichen werden kann, und
endlich die dort herrschende Kälte, sofern sie ihre
che blofs in dem Mangel der Sonnenstrahlen hat, der Art
wird, dafs sie dem Leben und aller Vegetation auf der
ein plötzliches Ende machen müfste, so läfst sich leicht
efsen, dafs die Geschöpfe, welche diesen Planeten be-
nen mögen, von denen unserer Erde sehr verschieden seyn
len.

L.

Vulcane.

Feuerberge, feuerspeiende Ber
Montes ignivomi, Vulcani; Volcans; *Volcanos*

Der Name Vulcan ist von dem Gotte des Feuers bei
Alten entnommen, denn man setzte die Werkstätte dessel
als die eines Künstlers in Metallarbeiten namentlich nach
cilien, wo der allgemein bekannte feuerspeiende Berg Ae
von den Dichtern als seine grofse Schmiede dargestellt wu
in welcher zugleich die riesenhaften Cyklopen arbeiteten.
nächst sind demnach diejenigen gröfseren und kleineren Be
welche, wie der Aetna, ein in ihrem Innern statt finden
Brennen zeigen, zu den Vulcanen zu rechnen; allein di
Feuer könnte erlöschen, und wir müfsten dennoch fortfah
den Berg einen Vulcan zu nennen, weil er sich ein
solchen gezeigt hat, woraus dann der Unterschied zwi
erloschenen und noch brennenden von selbst hervorgeht.
Begriff, welchen wir mit diesen Bergen verbinden, b
zwar zunächst auf den Aeufserungen eines unterirdischen Fe
allein es sind damit zugleich die Erscheinungen des Aus
fens von Rauch, Wasserdampf, Steinen, Asche und L
verbunden, und wir bezeichnen daher mit demselben Na
auch solche Orte, an denen Gasarten, Dämpfe, Wa
Schlamm u. s. w. von der Erde ausgestofsen werden, o
Rücksicht darauf, ob unterirdisches Feuer einzige oder
wirkende Ursache dieser Phänomene sey oder nicht. End
sind einige heifse Quellen und zwar die bedeutendsten
entschieden Erzeugnisse eines unterirdischen Feuers, dafs
die Untersuchung derselben mit Grunde an die der Vul
anreihen kann. Hiernach zerfällt also der vorliegende A
in folgende Theile:

A. Eigentliche Vulcane;
 a) erloschene,
 b) noch brennende.
B. Uneigentliche Vulcane;
 a) Schlammvulcane;
 b) Gasvulcane.
C. Heifse Quellen.

ber alle diese Gegenstände vollständig zu handeln würde eigenes, nicht kleines Werk erfordern, ich beschränke h daher auf das Wichtigste und einige Nachweisung der eratur.

A. Eigentliche Vulcane.

a) Erloschene.

Seitdem man in der neueren Zeit die meisten Veränderungen der Erdoberfläche von vulcanischen Thätigkeiten abgeleitet hat, statt dafs man sie früher den Einwirkungen des ssers zuschrieb, mufste nothwendig das Interesse an den Forschungen in diesem Gebiete ausnehmend vermehrt werden, und Literatur ist daher mit einigen Hauptwerken bereichert worden, sich über die Vulcane im Ganzen verbreiten, unter denen nur die von DAUBENY[1] und SCROPE[2] nennen will. Nach bereits seit längerer Zeit fortgesetzten Untersuchungen dieund anderer Gelehrten, unter denen AL. v. HUMBOLDT L. VON BUCH vorzugsweise genannt zu werden verdie-, häufen sich täglich die Thatsachen, aus denen hervor-, dafs alle gröfsern Bergketten von unten herauf gehoben n müssen und dafs die ältere Hypothese, wonach sie aus n Wasser durch einen grofsartigen Niederschlag gebildet,

---

1 A Description of active and extinct volcanos cet. By Charles ry DAUBENY. Lond. 1826. 8. A tabular view of volcanic phenomena, comprising a list of burning mountains that have been noted at any time since the commencement of historical records, or ich appear to have existed at antecedent periods, together with dates of antecedent eruptions and of the principal earthquakes nected with them. By Charles Henry DAUBENY cet. Lond. 1827. 8.

2 Considerations on volcanos, — the principal causes of their nomena, — the laws which determine their march, — the dispositions of their products, — and their connection with the present te and past history of the globe cet. By G. POULETT SCROPE, Lond. 1825. Ein grofses Werk über diesen Gegenstand, reich Thatsachen zum grofsen Theile nach eigenen Beobachtungen, mit r schönen Kupfern und Charten ist: Théorie des Volcans. Par Comte A. de BYLANDT PALSTERCAMP. Par. 1835. 8. III T. 8. mit At-. Es ist jedoch zu vieles nicht zunächst zur Sache Gehöriges in sem Werke enthalten. und die Theorie dürfte in vielen Puncten t anerkannten physikalischen Principien unvereinbar seyn.

die Thäler aber allmälig ausgewaschen seyn sollten, den Er-scheinungen nicht angepafst werden kann. Sofern man d- als begründet betrachten darf, würde dann weiter folgen, alle gröfsere Gebirgszüge, denen die offenbar angeschwe- ten, durch blofse Einwirkung des Wassers gebildeten, auf k- Weise beizuzählen sind, den erloschenen Vulcanen anzure- wären. Inzwischen pflegt man den Begriff nicht so weit a- zudehnen, und wenn gleich Gründe vorhanden sind, anzu- men, dafs selbst die älteren Felsarten, als Granit, Sy- Gneis und andere, aus einer feurig flüssigen Masse geb- oder unter Einwirkung plutonischer Kräfte in ihre jetzige L- gebracht worden sind, so rechnet man sie dennoch nicht zu ausgebrannten Vulcanen, sondern versteht unter diesen blofs che Berge, deren Felsarten in einem kenntlichen, mehr minder vollständigen feurigen Flusse gewesen seyn mü- als vor allen die Basalte, die Trachyte und die sonstigen, den Geognosten so genannten vulcanischen Gebilde, wo- um so mehr berechtigt ist, je gröfsere, mitunter höchs- fallende Aehnlichkeit die aus ihnen bestehenden Gebirg- gegenwärtig noch brennenden Vulcanen haben und je r- reichere Spuren einer Einwirkung des Feuers sich an i- und ihren Umgebungen zeigen. Hierhin gehören vorzugs- die Basalte nebst den Doleriten, und das genauere Stu- dieser und der übrigen Felsarten, wovon die Resultate d- v. Leonhard[1] in einem ebenso umfassenden als gründli- Werke zusammengestellt worden sind, hat der neueren geologi- Theorie eine feste Grundlage verschafft. Hiernach hält also alle Gebirge, die aus Basalt, Dolerit, Trachyt und ä- lichen, durch Feuer erzeugten oder umgewandelten, Fels- bestehn, aufser denen, wo sich eigentliche Lava zeigt, vulcanischen Ursprungs, und man müfste sie daher insgesa- zu den ausgebrannten Vulcanen zählen, wenn es nicht wa- scheinlich wäre, dafs jene genannten Felsarten zuweilen durch die äufserste Erdkruste emporgequollen sind, wobei lerdings das Feuer alleinige oder mitwirkende Ursache ge- sen seyn mufs, ohne dafs jedoch dasselbe auf der ä-

1 Die Basaltgebilde in ihren Beziehungen zu normalen und normen Felsmassen. Von Karl Caesar v. Leonhard. 2. Abth. m- nem Atlas. Stuttg. 1832.

ɔberfläche sichtbar zum Vorschein kam. Hieraus ergiebt also, dafs es gegenwärtig, nachdem das Aeufsere solcher ırge seit Jahrhunderten und Jahrtausenden verändert ist, rierig seyn mufs, zu entscheiden, ob sie den erlosche- Vulcanen beizuzählen sind, eine Frage, deren Beant- ung selbst in Beziehung auf die geologischen Forschun- zum Glück nicht in vorzüglichem Grade wichtig ist.

Abstrahiren wir also von den namentlich aus Urgebirgs- ı bestehenden Bergketten, obgleich auch diese durch plu- ische Kräfte gebildet und gehoben seyn mögen, so bleiben diejenigen Berge als der Classe der vulcanischen ange- nd übrig, bei denen feurig flüssige oder mindestens er- :hte Massen aus dem Innern der Erde emporgetrieben wur- Man unterscheidet hierbei sachgemäfs solche Erhebun- , die ihre Entstehung aufgehäuften Substanzen verdanken, solche noch jetzt als Lava, Steine, Asche u. s. w. aus Kratern brennender Vulcane ausgeworfen werden, von n, die durch ein Emporquellen einer heifsen, anschei- l zähen Masse aus dem Innern des Erdballs ihren Ur- ıng erhalten haben, wie denn namentlich die Basalte und rite noch jetzt kenntlich die weiten Canäle ausfüllen, in en sie früher emporgestiegen zu seyn scheinen, indem sie über ihnen befindliche Kruste hoben, durchbrachen, die urch entstandenen Räume ausfüllten und sich über diese ndlage erhoben oder auch wohl seitwärts abfliefsend sie rdeckten. Auf solche Weise erklären die neueren Geolo- den Ursprung der genannten Felsgebilde, welche früheren tastrophen unserer Erdkruste zugehören, deren Entstehung och nicht mehr so, wie die der eigentlichen Feuerberge, hrend der geschichtlichen Zeit beobachtet wurde. Dabei jedoch wohl zu berücksichtigen, dafs an vielen Orten, na- ntlich in der Auvergne, neben Basalten auch eigentliche ven gefunden werden, wonach also beide Arten von Phä- menen keineswegs getrennt waren, sondern neben einander standen.

Wenn sonach der viel bestrittene Ursprung der neuerdings genannten vulcanischen Felsarten, als der Basalte, Dolerite, achyte und anderer, nicht wohl ferner zweifelhaft seyn kann, e auch namentlich daraus hervorgeht, dafs die chemischen

Analysen, z. B. von KENNEDY[1], in den Basalten mit unb tenden und leicht erklärlichen Unterschieden die näm Bestandtheile, als in neueren Laven, nachgewiesen habe geht aus der allgemeinen Verbreitung der basaltischen G über alle Theile der vom Meere nicht bedeckten Erdo che unverkennbar hervor, daſs die äuſsere Erdrinde durch eigenthümliche Art vulcanischer Berge einen bedeutenden ihrer gegenwärtigen Gestaltung erhalten hat. Hiervon zeugt man sich leicht, sobald man nur die zahllose Me basaltischen Gebilde sich vorstellt, die der Geognost b nen Untersuchungen in allen Welttheilen antrifft, worü reits oben das Nöthige mitgetheilt wurde[2].

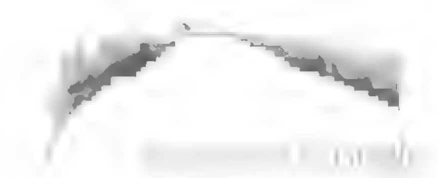
Wenden wir uns zur Betrachtung der eigentlichen nischen Gebirge, das heiſst solcher, bei denen man noc ren eines früheren Kraters und ganz eigentliche, den ausgeworfenen vollkommen gleiche Laven findet, so schwer, diese von den basaltischen scharf zu sondern, der That der Unterschied zwischen diesen beiden F nicht leicht bestimmbar ist; noch weit schwieriger ab sich bei einer groſsen Zahl vulcanischer Berge mit Bes [illegible]

[illegible]

ode angehören [1]. Ebenso hatte man bereits aufgehört, den refelberg auf St. Vincent für einen Vulcan zu halten, als plötzlicher furchtbarer Ausbruch desselben im Jahre 1812 eigentliche Beschaffenheit nur zu klar an den Tag legte. rhaupt ist bekannt, dafs nur wenige Vulcane, und zwar le die kleinsten, die man daher als noch in der Periode Entstehens begriffen ansehn könnte, ohne Unterbrechung thätig zeigen, statt dafs die gröfseren nur periodische, zu- n durch lange Zwischenräume unterbrochene, dann aber st furchtbare Eruptionen beobachten lassen. Indem aber rdem an Orten, die nicht eben durch Bergketten ausge- net waren, und sogar im Meere während der geschicht- n Zeit neue Vulcane entstanden sind, so kann von kei- Gegend der Erde mit Bestimmtheit versichert werden, dafs den Gefahren vulcanischer Actionen gar nicht möglicher se ausgesetzt seyn könne, wie denn auch die mit den Feuer- en innigst verwandten stärkeren oder schwächeren Erder- tterungen wohl nicht leicht irgend einen Punct der Erde lut verschonen. Auf der anderen Seite folgt hieraus zu- h, dafs ein thätiger Vulcan, sobald er aufhört, die be- ten Substanzen auszuwerfen, für immer oder für eine so e Zeit zu ruhen anfangen kann, dafs er hiernach den er- henen Vulcanen beigezählt werden müfste, und es läfst sich r auch in dieser Beziehung keine ganz scharfe Grenze chen thätigen und erloschenen Vulcanen ziehn. Dieser ergang beider Arten vulcanischer Gebirge in einander ist fs in wissenschaftlicher Hinsicht nicht sehr bedeutend, n sie gehören dem Wesen nach zu der nämlichen Classe, hinsichtlich der Bezeichnung rechnet man diejenigen zu erloschenen, bei denen sich die Eruptionsphänomene nicht r zeigen, ohne damit bestimmen zu wollen, dafs sie nicht h längerer Zeit wieder thätig werden können. Es wird r sachgemäfs seyn, bei der Aufzählung einiger der wich- ten Gruppen ausgebrannter und seit der ganzen geschicht- en Zeit ruhender Vulcane diejenigen Nachrichten zu prü- , die sich über ihre frühere Thätigkeit auffinden lassen,

---

1 Strabo Geogr. L. V. 247. beschreibt den Krater des Berges, dortigen Laven und Asche als Producte feuriger Processe, ohne Eruptionsphänomene zu gedenken.



und ebenso bei den noch thätigen die Zeit aufzusuchen, in wel-
cher ihre Ausbrüche begonnen oder bereits aufgehört habe[n].

Eine ausgezeichnet vulcanische Gegend mit vielen Ba[sal-]
ten, Trachyten und sonstigen lavaartigen Gesteinen ist der
Niederrhein, die Eifel und insbesondere der Lacher See, w[el-]
cher ganz das Ansehn eines früheren Kraters hat. Hamilto[n][1]
erkannte schon früher die grofse Aehnlichkeit der dortigen Ge-
birge mit noch jetzt thätigen Vulcanen, später aber ist di[ese]
interessante Gegend von vielen Geognosten näher unters[ucht]
und insbesondere durch Nöggerath[2], van der Wyck[3] u[nd]
Steininger[4] genau beschrieben worden; auch haben Poulet[t]
Scrope[5] und Hibbert[6] derselben eine nähere Aufmerksamk[eit]
zugewandt. Bei der auffallenden Vulcaneität dieser ganzen Ge-
gend wollten Viele eine Nachricht des Tacitus[7] von ein[em]
dort beobachteten Brande der Erde als ein Zeugnifs betrach[ten],
dafs zu jenen Zeiten noch wirkliche Ausbrüche statt gef[unden]
hätten, allein Nöggerath[8] beweist aus überwiegenden Gr[ün-]
den das Gegentheil, und Jameson[9] glaubt, dafs an der [er-]
wähnten Stelle von brennender Heide unweit Cöln die R[ede]
sey. Noch reicher an erloschenen Vulcanen, als die Geg[end]
am Niederrhein, ist die Auvergne mit ihren Umgebungen, [...]

---

1 Philos. Trans. T. LXVIII. p. 1. Neuere Betrachtungen ü[ber] die Vulcane Italiens und am Rhein u. s. w. Von Sir Wilhelm Ham[il]ton. Frankf. 1784.

2 Gebirge in Rheinland-Westphalen.

3 Uebersicht der rheinischen Eifeler erloschenen Vulcane. B[onn] 1836.

4 Geognostische Studien am Mittelrhein. Mainz 1819. Die erl[o]schenen Vulcane der Eifel. Ebend. 1820. Neuere Beiträge zur Ge[]schichte der rhein. Vulcane. Ebend. 1821. Bemerkungen über [die] Eifel und die Auvergne. Ebend. 1824.

5 In seinem oben angezeigten Werke und dessen Memoir of [the] geology of central France. Lond. 1827. 4. mit Atlas. Vergl. Ed[inb.] Phil. Journ. N. VI. p. 359. N. VII. p. 89. N. VIII. p. 300. Ed[inb.] New Phil. Journ. N. VI. p. 402. Edinb. Journ. of Science N. IX. [p.] 145. N. XIV. p. 362.

6 Ueber das vulcan. Becken von Rieden. In Edinb. Journ. of [Sc.] N. S. N. XI. p. 108.

7 Ann. L. XIII. cap. 17.

8 Gebirge in Rheinland-Westphalen. Th. III. S. 59. 225.

9 Edinb. New Phil. Journ. N. I. p. 192.

Leonhard[1] glaubt, dafs nicht leicht ein Theil der Erde
nden werde, wo feurige Kräfte Jahrhunderte hindurch so
ltige Umwälzungen herbeigeführt haben und wo auffal-
ere Spuren grofsartiger vulcanischer Erscheinungen sichtbar
, als in jenen Provinzen[2]. Die noch sehr frisch aussehen-
basaltischen Laven, namentlich von Royat bei Clermont,
inen es über allen Zweifel zu erheben, dafs die dortigen
anischen Kegel, die gegenwärtig ohne Widerrede zu den
chenen gehören, noch in der geschichtlichen Zeit thä-
gewesen seyn müssen und kaum möglicherweise wäh-
l nahe zweitausend Jahren geruht haben können; den-
l aber läfst uns die Geschichte ganz ohne alle Nach-
t über irgend welche dort wahrgenommene Ausbrü-
Allerdings gewahrt man in den basaltischen Gebirgen,
zur Vulcanenkette des Puy de Dome gehören, neben La-
römen noch eigentliche Krater, und v. Leonhard[3] sah
dem Puy de la Vache so frisch aussehende Schlacken,
sie erst vor wenigen Jahren ausgeworfen zu seyn schie-
, auch erwähnt Sidonius Apollinaris[4], Bischof von Cler-
t, ein auf der Erde hinschleichendes und diese verzehren-
Feuer in Velay und Vivarais, welches er ein schreckli-
res Uebel nennt, als die Verheerungen durch die damals
eitig hereinbrechenden Barbaren. Inzwischen sind diese
chrichten, so wie die des Erzbischofs Avitus von Vienne,
unbestimmt; das gänzliche Stillschweigen Cäsar's, wel-
r sich lange Zeit in jenen Gegenden aufhielt, so wie das
früheren und späteren römischen Schriftsteller über Phä-
nene, die doch unmöglich der allgemeinen Aufmerksamkeit
gehn konnten, wenn sie wirklich statt gefunden hätten, be-
ist dagegen unwidersprechlich, dafs jene Erzeugnisse eines
terirdischen Feuers nothwendig aus der vorgeschichtlichen
it herstammen müssen. In der nachfolgenden Zeit ist aber
feurige Ausbrüche in jenen Gegenden gar nicht zu denken,

1 Ueber die Basalte. Th. II. S. 188.

2 Recherches sur les Volcans éteints du Vivarais et du Velay,
c un discours sur les Volcans brûlans cet. Par M. Faujas de St.
nd. Paris 1778. fol. Mit 20 Kftln.

3 A. a. O. Vergl. Th. I. S. 385.

4 Hist. de l'Acad. 1752. p. 8. Vergl. Edinb. Journ. of Sc. N. S.
I. p. 187.

da man die Vulcaneität derselben kaum beachtete, indem mehr GUETTARD[1] und DESMAREST[2] zuerst jene basalti Berge für erloschene Vulcane erkannten[3]. Es ist sogar zweifelhaft, ob zur Zeit der letzten Ausbrüche jener V die Gegend schon von Menschen bewohnt war, denn will zwar allerdings Bruchstücke von Geräthschaften und arbeitete Materialien unter der Asche und der Lava in gefunden haben[4], allein diese können auch später zufällig hin gekommen seyn, und v. LEONHARD[5] hält es daher ausgemacht, dafs die letzten Katastrophen jener Gegenden ner vorgeschichtlichen Periode angehören.

Auf dem südöstlichen Abhange der Pyrenäen in Kat nien, namentlich in der Umgegend von Olot, findet sich ausgedehnte Gruppe ausgebrannter Vulcane[6] mit kenntli Kratern, z. B. der Montsacopa, Montolivet, Puig de la rinada, Cot-Sainte-Marguerite, Cot de la Crusca und wo sich kenntliche Lavaströme und Aufhäufungen vulcani Asche zeigen, und bei diesen scheinen noch die letzten einer früheren Thätigkeit wirklich beobachtet worden zu Aus den ältesten Zeiten sind keine historischen Ueberliefer gen vorhanden, aber FERRERAS[7] erzählt, dafs bei dem beben im Dec. 1395 zwei Brunnen zu Alcira stinkendes W ser von aschgrauer Farbe gaben, und nach JUAN DE MARIA öffneten sich bei dieser Gelegenheit zwei Schlünde, aus de

1 Mém. de l'Acad. de Par. 1752. p. 1. 27. MONTET ebend. p. 466.

2 Ebend. 1771. p. 23. 1777. p. 39.

3 Vergl. RAMOND in Mém. de l'Inst. T. XIV. p. 44. D'A in Journ. de Phys. T. LXXXVIII. p. 432. L. v. BUCH in B. T. XX. p. 305.

4 AULAGNIER Aperçu sur la géologie du Dép. de la haute L Puy 1823. p. 5.

5 Ueber die Basalte. Th. II. S. 143.

6 Beschrieben durch DEBILLY in Ann. des Mines. 2me Sér. T. p. 181. Vergl. POURRET in Férussac Bullet. 1824. N. 10. p. 141. sind sie beschrieben worden durch MACLURE in Journ. de Phys. T. L p. 219., später durch PALASSOU in Nouveaux Mém. pour servir à l' toire des Pyrenées. Par. 1823. p. 91. Daselbst befinden sich die Beobachtungen des Abbé POURRET.

7 Historie von Spanien. Ueb. von BAUMGARTEN. Th. VI. S.

8 Historia general de España. T. VII. p. 262.

ne geschleudert wurden, während aus einer andern Vertiefung varz gefärbtes, einen starken übeln Geruch verbreitendes sser strömte, welches die Fische in einem Flusse tödtete. h einer alten Urkunde auf dem Rathhause zu Olot, wie illy[1] erzählt, öffneten sich 1420 zur Nachtzeit drei rschlünde im Walde von Tosca unfern Olot, erloschen aber ald wieder. Hierzu kommt noch, dafs das jetzige Olot den Trümmern der früheren Stadt erbaut ist. Dennoch glaubt v. Leonhard[2], welcher jene Nachrichten genau rüft hat, dafs diese Phänomene zur Kategorie der Luft- Schlammvulcane gehören, ähnlich denjenigen Erzeugnis-, die früher und später in andern Provinzen Spaniens, na-ntlich in Murcia im J. 1829, statt fanden[3]; allein auch diese mit eigentlichen vulcanischen Ausbrüchen nahe verwandt, namentlich pflegen Trübungen der Brunnen und Exhala-en stinkender Gasarten meistens damit verbunden zu seyn. ren erloschener Vulcane sollen sich nach Dolomieu in der ischen Bergkette bis nach Portugal hin verlaufen, auch en sich in letzterem Königreiche selbst mehrere, nament-in der Umgegend von Lissabon, doch lassen sich nirgends ntliche Krater wahrnehmen[4].

Uebergehn wir die Insel Island, welche überall mit vul-ischen Bergen übersäet ist, wovon jedoch die meisten noch t fortwährend toben, die vielen vulcanischen Producte auf Farö-Inseln, den Hebriden, den schettländischen Inseln, den Küsten von Grofsbritannien und Irland, so wie auf r Insel Elba, wo sich jedoch keine eigentlichen erloschenen ater finden[5], so bietet insbesondere Italien neben dem noch nnenden Vesuv an vielen Orten Solfataren und Spuren er-chener Vulcane dar, wie Spallanzani[6] und hauptsächlich rtis[7] namentlich im Veronesischen, Vicentinischen und Pa-

---

1 Ann. des Mines 2me Sér. T. IV. p. 186.
2 Ueber Basalte. Th. II. S. 148.
3 Gutierrez in Journ. de Géologie par Boué. T. II. p. 21.
4 S. Vandell in Memor. da Acad. Real das Sc. de Lisboa. T. I. 80.
5 Lichtenberg's Magaz. Th. VIII. St. IV. S. 44.
6 Reisen in beide Sicilien. Leipz. 1795.
7 Beschreibung des Thales Ronca im Veronesischen. Heidelb.

gegebene Weise vereinigen, so kann es nicht schwer fa
Thatsachen in hinlänglicher Menge aufzufinden, die sich e
solchen willkürlichen Systeme fügen, was sich jedoch im G
zen nicht consequent durchführen läfst. Ebenso wenig i
gründet, dafs sich in Mitten grofser Gruppen ausgebr
Vulcane stets ein noch thätiger finde, wie namentlich die
wähnten Beispiele der rheinischen, der im südlichen F
reich und in Spanien beweisen, dagegen läfst sich nicht
kennen, dafs sowohl die erloschenen, als auch die noch
tigen Vulcane nur selten isolirt stehn, sondern meist
zahlreichen Gruppen vereinigt sind, worüber später noch
ter die Rede seyn wird.

b) Noch thätige Vulcane.

Es ist bereits erwähnt worden, dafs es schwer sey, eine s
Grenze zwischen erloschenen und thätigen Vulcanen zu
weil manche selbst Jahrhunderte lang zu ruhn scheinen
dennoch plötzlich wieder zu toben beginnen. Aufserdem w
den von den Reisenden nicht selten die von ihnen ges
Vulcane ohne nähere Bestimmung, ob sie thätige oder e
schene sind, erwähnt, manche solche Berge werden von
Beobachtern ruhend gesehn, ohne dafs zur Zeit gerade
aus ihnen aufsteigt oder dieser wahrgenommen wird.
diese Hindernisse genauer Bestimmungen müssen wohl e
gen werden, wenn es sich um eine Aufzählung sämmtl
jetzt noch thätiger Vulcane handelt. Eben darum sind
die hierüber bestehenden Angaben so aufserordentlich
schieden. Werner[1] setzte ihre Zahl auf 193 und eb
viele giebt Reuss[2] an; nach v. Leonhard[3] beträgt sie
wovon 15 auf Europa, 62 auf Asien, 10 auf Africa, 9
America und 6 auf Australien kommen. Nach Arago[4] b
ihre Zahl 163, und hiervon giebt es

1 Biblioth. univ. T. I. p. 156.
2 Lehrbuch der Geognosie. Th. I. S. 395.
3 Propädeutik der Mineralogie u. s. w. S. 151.
4 Annals of Philos. 1824. April. p. 213. Aus dem Annuaire
1824.

in Europa	Continent	1	Inseln	11	Total	12
- Africa	—	0	—	6	—	6
- America	—	58	—	3	—	61
- Asien	—	8	—	24	—	32
- Ocean	—	0	—	52	—	52
Summe	—	67	—	96	—	163

emacht ist, daſs eine weit gröſsere Zahl herauskommt, ı man bloſs nach Namen sucht; allein sicher kommen nter dieselben Berge unter verschiedenen Benennungen vor, zu rechnen, daſs manche genannte wirklich nicht mehr ; sind. Ebenso wenig aber läſst sich verkennen, daſs geviele Vulcane auf kleineren Inseln in den groſsen Oceabisher nicht gesehn, nicht beachtet oder nicht bekannt icht wurden. Mit Rücksicht auf diese Beschränkung läſst folgende Uebersicht der noch jetzt thätigen bekannten ane aufstellen.

I. Europa.

Der *Vesuv*[1], als einziger noch brennender Vulcan auf europäischen Continente, ist wohl unter allen der beteste und am meisten beobachtet. Obgleich der Berg selbst die Umgegend sichtbare Spuren früherer Eruptionen zeigt die dortigen, jetzt verschütteten, altrömischen Ortschaften vulcanischen Felsarten und über eben solchen erbaut , so schien doch der Berg in seiner üppigen Vegetation g zu ruhn, als im Jahre 79 n. Chr. ein plötzlicher Aush desselben erfolgte, welcher die Städte Herculanum, Pomund Stabiä nebst vielen einzelnen Häusern und Villen un- Asche und Lavaströmen begrub[2]. Seitdem scheint er ohne liche Unterbrechung nie aufgehört zu haben, mindestens ch auszustoſsen, oft aber hat er furchtbar getobt, wie in Jahren 512, 1631, 1737, 1760, 1779, hauptsächlich , 1804, 1816, 1819, 1822, 1828, 1834, und eben jetzt

1 Vergl. v. Przystanowski über den Ursprung der Vulcane in n. 1822. 8. Sehr ausführlich handelt über die vulcanische Gruppe r Sicilien Bylandt Palstercamp in: Théorie des Volcans. T. III.

2 Plinius Ep. VI. 16. 20. Im Jahre 1738 kaufte König Carl den und lieſs die Ausgrabungen beginnen.

(im Anfange des Jahres 1839) geben öffentliche Blätter Na- richt von einem grofsartigen Auswurfe von Rauch, As- Steinen und Lavaströmen. Am bekanntesten und durch Ha- MILTON[1] nach eigener Ansicht am genauesten beschrieben i- der Ausbruch von 1794. Diesem gingen einige heftige E- stöfse voraus und das starke Sinken des Wassers in den B- nen der Umgegend, so dafs die Seile verlängert werden m- ten, verkündigte in voraus die bevorstehende Katastrophe. D- aufsteigende Rauchwolke war nach HAMILTON so grofs, d- der Berg unter derselben einem Maulwurfshaufen glich, u- man schätzte ihre Höhe auf 1,25 engl. Meile; sie wurde, w- auch noch jüngsthin beobachtet worden ist, von Blitzen u- Feuerkugeln durchfurcht (die man neuerdings fälschlich Ste- schnuppen genannt hat), und aus der unermefslichen M- des aufgestiegenen Wasserdampfes bildeten sich Gewitter, d- ren eins in St. Jorio am Fufse des Berges einschlug. D- der feinen Asche, die durch den Wind wie eine ung- Rauchwolke fortgetrieben wurde, brachen in Somma 70 D- cher und viele Bäume, auch wurde sie, so wie eine g- Menge des erzeugten Wasserdampfes, auf 250 ital. M- weit bis Tarent fortgetrieben, wo sich gleichfalls noch Gewitter bildete. Der gröfste Lavastrom, welcher Torre

---

1 Phil. Trans. 1795. p. 73. Im Auszuge in G. V. 408. V- Memoria sull' Eruzione del Vesuvio accaduta la sera del 15. Gi- 1794. Di SCIPIONE BREISLAK e D'ANTONIO WINSPEARE. Nap. 179- M. A. D'ONOFRIO ausführlicher Bericht u. s. w. Dresd. 1795. 4. L- tenberg Mag. Th. I. S. 114. G. V. 408. u. v. a. Aeltere Beschrei- gen findet man in PARACALLO Istoria naturale del Monte Vesuvio. N- 1705. 4. Istoria dell' Incendio del Vesuvio del 1737. Da FRANC- SERAO. DU PERRON DE CASTERO Histoire du Mont Vesuve. Trad- l'Ital. Paris 1741. P. DELLA TORRE Storia e fenomeni del Ves- Nap. 1755. 4. Franz. Ueb. Naples 1776. 8. Deutsche von Le- Altenb. 1783. 8. F. KNOLL Wunder der feuerspeienden Berge. E- 1784. 8. Vermischte Beiträge zur physikalischen Erdbeschreib- Brand. 1774. 8. Th. I. Beschreibung des Ausbruches von 17- DUCHANOY in Journ. de Phys. 1780. Uebers. in Leipz. Samml- Phys. u. Naturg. Th. II. S. 541. MERCATI Raconto istorico-filo- del Vesuvio. Nap. 1753. 4. GAETANO de BOTTIS Ragionamento i- dell' Incendio del Vesuvio. Nap. 1768. 4. und 1779. 4. CATAN- tera critica filosofica sulla Vesuviana eruzione accaduta nell' a- 1767. Catania 1768. Phil. Trans. 1730. N. 424. 1733. u. 1737. N. 4- 1751. Th. XLVII. XLIX. LII. u. s. w.

zerstörte, war bei dieser Stadt 40 Fufs hoch, eine Meile breit, und ergofs sich 1204 Fufs breit bis 625 weit ins Meer, bildete ein neues Vorgebirge und war zwei Tagen noch so heifs, dafs das Seewasser ins Sieam und das Pech an den Schiffen in 300 Fufs Entferschmolz. Merkwürdig dabei war, dafs von den 18000 hnern der zerstörten Stadt nur 15 das Leben verloren, ch viele erst am folgenden Tage über die im Innern rothglühende Lava aus den oberen Stockwerken gerettet n und die Weiber verbrennliche Sachen, sogar Schiefsr über diese forttrugen. In einem durch den Lavastrom überschwemmten Kloster kannten die Nonnen die dro- Gefahr so wenig, dafs sie aus ihren Zellen die Hände eckten und sich an der Farbe und Wärme der Lava tten, bis sie mit grofser Mühe dem unvermeidlichen Unge entzogen wurden. Ein späterer Ausbruch 1805 zeichsich vorzüglich durch die enorme Menge der ausgewor- Asche aus[1], die auch im Jahre 1822 so grofs war, dafs ch an einigen Stellen bis 6 Fufs Höhe anhäufte[2]. Bei n letztern Ausbruche, bemerkt v. Leonhard[3], wurde andern eine grofse Masse ausgeschleudert, die nach ier vorherrschend aus salzsaurem Natron bestand, aufserber salzsaures Kali, schwefelsauren Kalk, schwefelsauatron, Kiesel, Thon, Kalk und Eisenoxyd enthielt. Ferarf der Krater kleine Stücke von Leucit-Augit-Lava die stellenweise vollkommen in glasigen Obsidian umgeelt waren[4].

Der Vesuv steht als vulcanischer Kegel von 2200 Fufs

Journ. de Phys. T. LXI. p. 225.

Storia dei fenomeni del Vesuvio avvenuti negli anni 1821, e parte del 1823 con osservazioni e sperimenti di T. Monticelli Covelli ect. Napoli, Febbraio 1823. 4., übers. von Nöggerath u. Elberf. 1824. 8.

Grundzüge der Geologie u. Geognosie. Heidelb. 1831. 8. p. 39.

Der vorletzte Ausbruch im J. 1834 ist im Einzelnen genau beben durch Monticelli, s. Daubeny in Phil. Trans. 1835. p. 153., usbruch von 1828, welcher auf die fast ununterbrochene Ruhe 822 folgte, durch Donati in Journ. of the Roy. Inst. N. II. p. Ueber den Ausbruch von 1832 und die dabei erzeugten Producte lioth. univ. 1833. p. 350.

Höhe auf einer Ebene[1], die nach der neueren Ansi Geognosten, wie er selbst, durch unterirdische Kr hoben zu seyn scheint, aufser sofern er seine Bild Ueberfliefsen und den Anhäufungen der Laven und vulcanischer Felsarten verdankt. Das Ganze besteht a Hälften, dem eigentlichen *Vesuv* und dem *Monte di S* welcher letztere Berg als ein Theil der Wand des Krat dem furchtbaren Ausbruche im J. 79 betrachtet wird[2]. Jahre 1776 bestimmte Shukburgh die Höhe zu 360 de Saussure 1773 zu 3654 Fufs, v. Humboldt, L. v. und Gay-Lussac fanden 1805 den nördlichen Bergra genau so, wie de Saussure, den südlichen aber 416 F. driger; auch soll er bei dem Ausbruche 1794 durch de stürzenden Gipfel um 188 Fufs niedriger geworden sey jedem heftigen Ausbruche, daher auch bei dem neuesten die Höhe der verschiedenen Seiten der Kraterwandunge vermehrt, theils vermindert, so dafs hiernach der U der Höhen der verschiedenen Seiten und die absolu der höchsten Spitzen nicht mit völliger Schärfe be sind[3]. Die Weite des Kraters wird zu 1620 Fufs ang inzwischen besteht die ganze obere Mündung den zahl Beschreibungen[4] nach, die ganz oder selbst nur im A hier aufzunehmen nicht zweckmäfsig seyn würde, a schiedenen Anhäufungen von Lava, Asche und Steinen, stehenden Zacken und schroffen Spitzen mit mehrere Theil sehr tiefen Schlünden, aus deren einigen stets und erstickende Gasarten aufsteigen, während andere die emporgehobenen vulcanischen Erzeugnisse verstopft

Mit dem Vesuv scheint die *Solfatara* von *Puz* Verbindung zu stehn, wovon schon im Homer die R und die den Alten unter den Namen *Forum Vulcani*,

---

1 V. Humboldt fand 1822 durch barometrische Messung die Spitze del Palo 1341 Fufs über der Ebene erhaben ist, w Reisenden ihre Pferde lassen. S. Journ. of the Roy. Inst. p. 236.

2 Vergl. J. M. de la Torre Geschichte der Naturbegebe des Vesuvs. Altenb. 1783. mit K. Edinb. Journ. of Sc. N. p. 190.

3 Vergl. Earl of Minto in Edinb. Journ. of Sc. N. XIII. p

4 Vergl. Edinb. Journ. of Sc. XIII. p. 11.

ogaei bekannt war, ein etwas erhöhtes Feld von etwa 0 Fuſs Länge und 900 F. Breite, mit weiſser, lockerer e bedeckt[1], aus welcher stets Schwefel sublimirt wird, den schon zur Zeit der Römer aus dem Boden und den Wangen sammelte[2]. Wenn der Vesuv ruht, so steigt der wefel mit Rauch aus der Solfatara empor, aber dieses hört wenn jener Vulcan tobt. Der See *Agnano* scheint ein schner Krater zu seyn, der benachbarte Berg *Asturi* und *Monte Pausilippo* haben ganz das Ansehn vulcanischer ge. Der *Monte Nuovo*, ein Berg von 2000 Fuſs Höhe, and durch einen vulcanischen Ausbruch am 29. Septem- 1538 mitten im Lucrinischen See, und der benachbarte *te Barbaro* oder *Gauro* hat ganz das Ansehn eines Vul-. Der trachytische Berg *Monte Epomeo* auf der Insel ia, 2365 Fuſs hoch, hatte nach Julius Obsequens einen bruch 91 Jahre v. C. G., wobei der mächtige Lavastrom, o genannt, ergossen wurde[3]. Nach v. Leonhard ist dieungeachtet seiner jetzigen Ruhe, dennoch der Hauptsitz dortigen vulcanischen Gruppe, denn im J. 1828 schien heftige Getöse bei dem Erdbeben auf jener Insel aus den len desselben hervorzugehn. Die liparischen Inseln *Li-i*, *Salina*, *Felicuda*, *Stromboli*, *Volcano* u. a. sind eine ppe vulcanischer Kegel, unter denen der Stromboli von 0 F. Höhe der Hauptvulcan dieser Gruppe zu seyn scheint[4], seine Gasexhalationen nie aufhören. Die Insel Volcano cht einem vulcanischen Krater von 2400 F. Höhe, dessen brüche in den Jahren 1444, 1693, 1731, 1739, 1747 1771 am bekanntesten sind. Ein Theil der Insel, *Vol-*

1 Fougeroux de Bondaroy in Mém. de Paris. 1765. Uebers. in ml. Belust. Leipz. 1770. Th. V. S. 330.

2 Plinius H. N. L. XXXV. c. 15. Vergl. Ferber Briefe aus chland an H. v. Born. Prag 1773.

3 Die Insel Ischia wurde in den Zeiten der Römerherrschaft et- e Male wegen vulcanischer Zerstörungen von ihren Bewohnern ssen. Einen furchtbaren vulcanischen Ausbruch auf derselben er- nen Strabo Geogr. V. 247. und Plinius H. N. XII. 88. Vergl. s in Edinb. Journ. of Sc. N. IV. p. 326.

4 S. Dolomieu's Reise nach den liparischen Inseln. Ueb. von rressera. Leipz. 1783. Vergl. de Luc Briefe über die Geschichte Erde. Th. I. Br. XLIX.

canello genannt, war früher abgesondert, hängt aber jetzt [...] aufgehäufte Lava mit dem Ganzen zusammen [1].

Der *Aetna* oder *Monte Gibello*, der gröfste unter den [...]päischen Feuerbergen, war schon den Griechen bekannt [2], [...] sie setzten daher die Werkstatt des Feuergottes, eine un[...]lich grofse Schmiede, auf diese Insel. Die alten Schrift[...] erwähnen verschiedene Ausbrüche desselben, die Kir[...] gesammelt hat, am bekanntesten aber ist das Zeugnifs V[...]gil's, welcher sagt:

> Vidimus undantem ruptis fornacibus Aetnam
> Flammarumque globos liquefactaque volvere saxa.

Es werden 9 Ausbrüche desselben vor Christo genannt, [...] denen die von 477 und 121 am stärksten waren. W[...] der christlichen Zeitrechnung hat er oft und mitunter seh[...] heerend getobt, unter andern 1160, 1169, 1284, 1329, [...] 1444, 1536, 1537, 1556 und 1669, wobei nach Bo[...] 11750 Millionen Kubikfufs vulcanischer Producte ausg[...] worden seyn sollen; ferner 1693, wobei 16 Städte und [...] güter verschüttet wurden und die Zahl der verunglückten [...]schen sich auf 93000 belief [5]. Die späteren Ausbrüch[...]ren 1747, 1755, 1766, 1769, 1775, wobei eine grofse M[...] Wasser ausgeworfen wurde, ferner 1780 und 1787, [...] aus seinem Krater emporgehobene feine Asche bis Malta [...] im Jahre 1799, 1802, 1805, 1809, 1811 und 1812 tob[...] gleichfalls, worauf nach achtjähriger Ruhe der stärkere A[...]bruch von 1819 erfolgte, wobei Schouw [7] zwei Tage [...]

---

1 S. Ferrara a. a. O. Ein Hauptwerk ist Sir William Ha[...] Campi Phlegraei or observations on the Volcanos of the two Si[...] Napoli 1776. II T. fol.

2 Ueber die älteste Geschichte desselben s. G. Alessi in [...] dell' Accademia Gioenia di Scienze naturali. Catania 1829. N. [...]

3 Mundus subterr. T. I.

4 Georg. L. I. v. 472. Aen. L. III. v. 571.

5 Philos. Trans. N. 48, 51, 202, 207.

6 Mirone in Novelle literar. di Firenze. S. Goth. Mag. [...] St. 4. S. 9. Dolomieu Mém. sur les îles ponces, et catalogue [...] des produits de l'Aetna, suivis de l'éruption de l'Etna en 17[...] 1788. 8.

7 Hausmann in Götting. Wochenblatt 1819. S. 69. V. Le[...] Taschenbuch für Mineralogie Th. XIV. S. 506.

Hausmann
Taschenbuch für d[...]

Digitized by Google

Beginne einen oben 60, unten 1200 Fuſs breiten Lava-
ı beobachtete, welcher in zwei Tagen $\frac{4}{5}$ deutsche Meile
:kgelegt hatte, oben aber eine feurige Cascade von 500
00 Fuſs bildete. Die sich erhebende Säule von Rauch
Asche hatte mindestens 1000 Fuſs Höhe. Im Jahre 1832
gleichfalls ein Ausbruch desselben statt, welchen Gem-
aro[1] beschrieben hat.

ler Aetna ist vielfach beschrieben worden, unter andern von
ılton[2], Brydone[3] und Simond[4], wobei auf die Ge-
ihte seiner früheren Ausbrüche Rücksicht genommen wird,
wissenschaftliche Untersuchung des Berges selbst aber,
r geognostischen Beschaffenheit und der von ihm ausgewor-
n Laven hat Elie de Beaumont geliefert[5]. Spallan-
ı giebt die Höhe desselben zu 11400 Par. Fuſs an, Bry-
e zu 10630, de Saussure, Shuckburgh und Needham
n nur zwischen 10032 und 10281 Par. Fuſs an[6], so daſs
Gipfel hiernach in die Schneeregion reicht. Auſser sei-
grofsen Krater trifft man an seinen Seiten noch gegen
kleinere Kegel, aus denen sich zu verschiedenen Zeiten
a ergossen hat, und Brydone glaubt nach den durch Re-
ıro ihm mitgetheilten Beobachtungen über die verschie-
en, zum Theil verwitterten und mit Dammerde wechseln-
Lavaschichten schlieſsen zu dürfen, daſs das Alter des-
en 14000 Jahre betrage, was jedoch auf unsicheren Be-
mungen der Zeit beruht, welche die verschiedenen Lava-
n zu ihrem Verwittern bedürfen; Simond aber macht die
rdings zu beachtende Bemerkung, daſs von 41 durch ihn
ammengestellten Eruptionen 15 in die Monate Februar und
rz fallen, und glaubt, daſs der dann schmelzende und in
Innere des Berges dringende Schnee die Eruptionen ver-
ssen oder befördern könne, vorzüglich da die häufigsten
gen dort in den Januar fallen und der Berg zugleich sehr
ı an Quellen ist. Im oberen groſsen Krater erhält sich der

1 V. Leonhard und Bronn Jahrbuch. 1833. S. 641.
2 Philos. Trans. T. LXI. P. I.
3 A Tour through Sicily and Maltha. Lond. 1773. 8. Deutsch
pz. 1774. 2 Th. 8.
4 Edinburgh Journ. of Science. N. XX. p. 310.
5 Ann. des Mines 1835. 1836.
6 Vergl. Hausmann a. a. O.

Schnee das ganze Jahr hindurch, die Ausbrüche geschehn
aus tiefer liegenden kleineren Oeffnungen, die bei jedem Aus-
bruche neu zu entstehn pflegen[1].

Eine ausgezeichnet grofse Gruppe von Vulcanen
die Insel Island[2] dar, welche eigentlich als ein einziger
fser Vulcan mit einer Menge von Kratern betrachtet
kann. Man zählt auf derselben 29 gröfsere und kleinere,
ter denen der *Hecla*[3] am meisten bekannt ist und
auch der furchtbarste war, statt dafs er gegenwärtig
ruht. Vor dem Jahre 1004 ist nicht bekannt, dafs der
sich als Vulcan gezeigt habe, seit der Zeit aber zählt man
Ausbrüche, unter denen die von 1104, 1105, 1157,
1554, 1636, 1693, 1728 und nach langer Ruhe die von
und 1772 die stärksten waren. Der *Krabla* tobte haupt-
lich im J. 1724 und 1730, seit welcher Zeit er ruhig
Nicht weit von ihm liegt der *Leihrnukr*, dessen erster
kannter Ausbruch im J. 1725 statt fand. Mitten in
erhebt sich die Spitze des *Kötlugia* (Kötligia, Katlegia),
cher 894 zuerst und nachher bis 1755 noch fünfmal
Bei diesem letzten Ausbruche wurden unermefsliche
zersprengter Eisberge ins Meer geschleudert, auch tobte
furchtbar noch 1823. In seiner Nähe liegen die Krater
Klose-Jökul und des *Skeidera-Jökul*, welcher 1753 und
grofse Verheerungen anrichtete. Der *Sida-Jökul* liegt gleich-
falls zwischen Eisfeldern und tobte vorzüglich 1753.
Oeröfa-Jökul (Eyrafa-Jökul), dessen Höhe 5561 Fufs
trägt, und dem benachbarten *Sollheima-Jökul* sind starke Aus-
brüche in den Jahren 1332, 1720, 1727 bekannt, in wel-
chem letzteren Jahre mitten im Eise sich ein neuer Vulcan

---

1 Vergl. Ferrara Descrizione dell' Etna ect. Palermo 1818. S.

2 Horrebow zuverlässige Nachrichten von Island. Aus d.
Leipz. 1753. Nouvelle Descript. phys. ect. de l'Islande. Par. II
Uno v. Troil's, Henderson's u. a. Reisen.

3 Mackenzie Reise durch die Insel Island. Weim. 1815. S.
giebt an, dafs der Hecla bis dahin 22 Ausbrüche gezeigt habe,
denen die von 1004, 1157, 1222, 1300, 1341, 1362, 1389,
1619, 1636, 1693, 1767, 1768 die bedeutendsten waren.
Olafsen's und Povelsen's Reise durch Island. Kopenhagen u. Leipz.
1774. 4.

r Krater erhob[1]; vom *Skaptar-Jökul* kennt man aber s den Ausbruch im J. 1783, welcher 6 Wochen dauerte eine ungeheure Masse Lava lieferte. Die beiden Vulcane *rnarflag* und *Hitahol* waren noch im vorigen Jahrhundert ig, der *Eyafiäl-Jökul* (Oefiels-Jökul) tobte 1612, war 1621 ruhig, aber im December 1821 erfolgte wieder ein bruch von grofser Heftigkeit, welcher bis ins Jahr 1822 lauerte und wobei grofse Felsmassen bis zu meilenweiter fernung fortgeschleudert wurden[2]. Der *Wester-Jökul* ist ptsächlich durch seinen letzten Ausbruch 1823 bekannt[3]. serdem giebt es auf dieser Insel noch eine Menge vulcahe Kegel, deren verschiedene unter die erloschenen zu nen seyn würden, müfste man nicht bei dem durchweg anischen Boden jederzeit wieder neue Ausbrüche erwar-Solche sind namentlich der *Myrdal*, *Torfa*, *Arnarfel*, *ik*, *Bald*, *Blaufel*, *Geitland*, *Snäfel*, *Draanga-Jökul*, *ftinnufiäll*, *Hrossaburg*, *Herdabreid*, *Sniafiäll*, *Trollagiar*, *Kerlingafiäll*, *Skiatldbreid*, *Skarsheidi* und *Hegla*. Bei *Cap Reikianefs* liegt sogar ein Vulcan unter dem e, welcher noch vor wenigen Jahren Feuer und vulcahe Massen auswarf, auch bietet Island das merkwürdige nomen dar, dafs sich auf den Ebenen bedeutende vulcahe Ausbrüche zeigen, z. B. die Ebene *Hithoël*, *Biarflag* (mit einem Vulcan gleiches Namens) und *Horsedalun*[4]. MACKENZIE[5] giebt ausführliche Nachrichten von Erdbeben auf Island, wovon die ältesten seit dem Jahre nach Chr. G. bekannt sind. Werden die stärksten Ausche der vorzüglichsten Vulcane bis zum Anfange dieses rhunderts zusammengestellt, so tobte

---

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XXXVI. p. 418.

2 Annals of Philos. 1822. June p. 402. Edinburgh Philos. Journ. XIII. p. 155.

3 Ebend. 1824. Apr. p. 203.

4 Ueber die isländischen Vulcane s. HENDERSON Island Th. I. u. II. . 0. GARLIEB Island u. s. w. Freiberg 1819. V. STROMBECK Anmerk. BREISLAK. Th. III. S. 523.

5 Reise durch Island. Weim. 1815. S. 314.

der Hecla	seit d. J.	1004	im Ganzen	22 Mal
— Katlegiaa	— —	900	—	7 —
— Krabla	— —	1724	—	4 —
die Gegend				
Suldbringe-Syssel	— —	1000	—	3 —
in der See	— —	1583	—	2 —
im See Grimsvatn	— —	1716	—	1 —
der Eyafiäl	— —	1717	—	1 —
— Eyrafa	— —	1720	—	1 —
— Skaptar	— —	1783	—	1 —

Dieses giebt im Ganzen 42 Ausbrüche, wobei aber meh übergangen worden sind, wie aus dem Vorhergehenden erh wird; interessant ist aber die von Mackenzie gegebene ch nologische Zusammenstellung der vorzüglichsten isländisch Eruptionen mit Rücksicht auf die gleichzeitigen des Aetna Vesuv. Dieselben ereigneten sich in den Jahren nach Ch 900; 1000; 1004; 1137; 1222; 1300; 1340; 1341; 13 1389; 1422; 1538 zugleich mit Vesuv; 1554 zugleich Aetna; 1583; 1619; 1636; 1693 (Vesuv 1692, Aetna 16 1716; 1717 zugleich mit Vesuv; 1720; 1724; 1728; 1730 gleich mit Vesuv; 1754 zugleich mit Vesuv; 1755 zugl mit Aetna; 1756; 1766 zugleich mit Aetna und Vesuv; 17 1772; 1783 zugleich mit Vesuv.

Nördlicher als Island ist nur noch ein Vulcan beka der *Esk* auf der Insel Mayen bei Grönland, welchen Sc resby[1] im Jahre 1817 rauchen sah. Der Berg hat ungef 1500 Fuſs Höhe, historische Angaben über seine Ausbrü können aber nicht vorhanden seyn.

Im südöstlichen Theile Europa's deuten wiederholte E erschütterungen auf eine noch fortdauernde unterirdische v canische Thätigkeit, ohne daſs noch eigentliche brenne Vulcane vorhanden sind. Vom *Varenius* in Albanien w erzählt, daſs er noch im J. 1269 einen groſsen Theil v Durazzo verheert habe[2], und die Inseln *Milo* und *Santori* sind ganz vulcanisch, vorzugsweise der Berg Calamo.

1 Journ. de Phys. 1818. Fevr. Account of the Arctic Regions. I. p. 334.

2 Lebeau Histoire du Bas-Empire. L. XXII. p. 324.

letzteren Insel fand noch im J. 1707 ein vulcanischer Aus-
h statt[1].

II. Asien und die benachbarten Inseln.

Der Berg *Gorantes* in Lycien, die Chimära der Alten, nach einigen Nachrichten noch jetzt rauchen, die Fabeln den Flammen der Chimära deuten auf beobachtetes Bren-, auch behauptet Beaufort[2], in der Nähe dieses Berges der Stadt Deliktasch den von den Alten erwähnten ähnli- Feuer gesehn zu haben. Auf dem asiatischen Festlande giebt viele Vulcane, ohne daſs sich jedoch mit Genauigkeit be-men läſst, welche von ihnen unter die noch thätigen zu nen sind. So deuten die vielen und starken Erdbeben in en auf ein noch fortdauerndes unterirdisches Brennen; in ien hat der *Elbrus* (15360 Fuſs hoch) ganz die Gestalt ei- Vulcans, wie denn auch die Küsten des persischen Meer-ns eine Menge vulcanischer Producte zeigen. Sehr in-ssante Angaben über die Bergsysteme Asiens, den Zusam-hang der Ketten, ihre Hebung über die Oberfläche und unverkennbaren Spuren vulcanischer Thätigkeiten, welche ie bewirkten, hat v. Humboldt[3] mitgetheilt, es ist aber wierig, beim Aufsuchen der einzelnen Vulcane die Anga- der Beobachter genau zu würdigen, weil so leicht die nlichen Berge unter verschiedenen Namen vorkommen können. f der höchsten Spitze der gröſsten asiatischen Gebirgskette, dem *Himalaya* selbst, hat man einen noch thätigen Vul- entdeckt[4], welcher stets raucht und zuweilen auch feu--flüssige Substanzen auswirft. Eine dicke, aus einer ho-, nördlich von Rungapanni liegenden Bergspitze aufstei-

---

1 Olivier's Reisen u. s. w. Th. I. S. 29. Ueber die Angabe, s diese Inseln aus dem Meere entstanden seyen, s. unten.

2 Dessen Caramania. p. 44.

3 Fragmente über Geologie und Klimatologie Asiens. Ueb. von Löwenberg. Berlin. 1832. a. v. O. z. B. S. 44. 52. 98. Ueber Bergketten und Vulcane von Innerasien u. s. w. in Poggendorff's n. XVIII. 1. 819. Vergl. Journ. de Géolog. 1830. N. VI. p. 186. the mountain-chains and Volcanoes of Central Asia, with a map, Edinb. New Phil. Journ. N. XXII. p. 227. XXIII. p. 145.

4 Asiatic Journ. 1825. Juli — Oct. p. 487.

gende Rauchwolke ist anhaltend beobachtet worden[1], auch deuten die vielen Erdbeben dieser Gegend auf noch bestehende vulcanische Thätigkeiten, wenn gleich die obwaltenden Schwierigkeiten es unmöglich machen, die rauchenden Spitzen selbst zu erreichen[2]. Von diesem Puncte aus die Gebirgsketten verfolgend nennt v. Humboldt den *Aral-Tubé* im See Ala-kul als ehemaligen Feuerberg, als noch brennende Vulcane aber den *Pé-schan*, auch *Ho-schan* oder weissen Berg, auch *Agie*, Feuerberg genannt[3], unter 42° 30′ N. B. und ungefähr w. L. v. G. zwischen Korgos und Kutshé, welcher auch Salmiak und Schwefel in Menge liefert. Blofs im Winter, wenn der viele Schnee die Hitze mildert, können die Einwohner nackt in die Höhlungen des Berges gehn und den Salmiak sammeln, statt dafs in den übrigen Jahreszeiten Flammen aufsteigen, durch welche die Höhlungen bei Nacht illuminirt zu seyn scheinen. Nach Cordier[4] ist der Berg jetzt nur eine Solfatara, allein er hat noch in geschichtlicher Zeit Lava ausgeworfen, und noch gegenwärtig steigen Flammen empor auf. Merkwürdig wird er insbesondere durch seine weite Entfernung vom Meere, da der Aralsee in 225 geogr. Meilen ihm am nächsten liegt. Oestlich von diesem Berge trifft man aufser einer Menge vulcanischer Producte auch ausgedehnte Solfataren, namentlich die von *Urumtsi*, wo Rauch und Flammen aufsteigen, wenn man einen Stein hinwirft. Südöstlich vom Pé-schan liegt der Vulcan von *Turfan* oder von *Ho-tscheu* (der Feuerstadt), aus welchem bei Tage stets Rauch aufsteigt, worin man aber Nachts Flammen gewahrt. Auch dieser Berg liefert Salmiak, bei dessen Sammeln hölzerne Schuhe der Hitze wegen erforderlich sind, und Salmiaklager, aus welcher dieses Salz krystallisirt. Ungefähr 45 Meilen weiter nordwestlich liegt eine Solfatare am Flusse *Khobok*, wo das Gestein heifs ist und Salmiakdämpfe ausgestofsen werden. Die genannten vier Vulcane gehören dem Innern des asiatischen Festlandes an, so wie der bereits genannte Aral-tu

---

1 Edinburgh Journ. of Science. N. VIII. p. 209.

2 Ebend. N. XIII. p. 55.

3 Nach Klaproth heifst er jetzt *Kholar*. V. Humboldt a. a. O. S. 54. Vergl. Hertha Th. I. S. 216.

4 Journ. Asiat. T. V. p. 44. Ebend.

See Ala-gul, ein gegenwärtig ruhender Vulcan, wel- aber noch in der geschichtlichen Zeit tobte[1].

Aufser diesen liegen im asiatischen Continente der gegen- tig noch thätige *Demavend*, den man von Teheran aus t, und der *Seïban-Dagh* am See Wan. Weiter nörd- lich liegt der trachytische *Ararat* (16200 F. hoch) und ch von diesem die Schlammvulcane und stets brennenden r von *Baku*, wo noch in neuester Zeit feurige Ausbrüche fanden. In China giebt es nach KLAPROTH[2] keine ei- lichen noch thätigen Vulcave, wohl aber gehören die dorti- Feuerbrunnen und die leuchtenden Berge als verwandte heinungen zu dieser Classe; dagegen beginnt eine vulca- he Gebirgskette am südlichsten beim Cap Formosa und er- kt sich in nördlicher Richtung bis Kamtschatka[3]. Unge- et der mangelhaften Kenntnifs jener Gegenden weifs man, ein Berg auf der Schwefelinsel *Lung-huang-schan* im O. der grofsen Insel Lieu-khieu unter 27° 50′ N. B. und 45′ östl. L. v. G. stets eine Menge Rauch und Schwe- impfe ausstöfst, weswegen man sich zuweilen der Insel t nähern kann, wenn der Wind von ihr her entgegen- mt. Auf der Insel Kiu-siu in dem zur Provinz Fisen ge- gen Bezirke Takaku, westlich vom Hafen Simabara, liegt *Un-sen-ga-daké*, welcher stets schwarzen Schlamm und ch ausstöfst und dessen Gipfel im J. 1793 einstürzte. Bald iher hatte der eine halbe französ. Meile davon entfernte *ono-kubi* eine Eruption, wobei die ausströmende Lava Umgegend in Flammen setzte, und nach einigen Erdbe- folgte endlich ein fürchterlicher Ausbruch des *Miyi-yama*. Districte *Aso* im Innern von Figo liegt der *Aso-no-yama*, welchem stets Flammen aufsteigen, *Satsuma* aber, die süd- ste Provinz von Kiu-siu, ist ganz vulcanisch. Im Jahre stiegen in dieser Gegend drei Inseln aus dem Meere em- , die jetzt bewohnt sind, noch weiter südlich aber liegt

1 Wenig abweichende Angaben über diese, hauptsächlich Sal- t liefernden Vulcane in Central-Asien finden sich in HYLANDER's gabe von IBN-EL-WARDI. Lund 1823. Vergl. Férussac Bull. Géol. 5. Janv. Ann. des Mines. T. V. p. 135. 157. 377.

2 V. HUMBOLDT a. a. O. S. 89. Ann. de Chim. et Phys. T. XLV. 48. Poggendorff's Ann. XXI. 331.

3 Vergl. KÄMPFER's Geschichte und Beschreibung von Japan. 121. KLAPROTH in Hertha Jahrg. 1825. Th. II. S. 274.

die Schwefelinsel *Iwo-sima*, welche stets brennt. Als m würdigstes vulcanisches Phänomen verdient die im J. 285 Chr. G. statt gefundene Einsinkung erwähnt zu werden, welche der See Biwa-no-umi auf der Insel Nifon ent worauf in demselben Monate in der Provinz Suruga der h ste Berg *Fusi-no-yama* in Japan emporgehoben wurde. A im J. 82 v. Chr. G. erhob sich aus dem See Mitsu-umi grofse Insel *Tsiku-bo-sima*, die noch jetzt vorhanden i Der genannte Vulcan Fusi-no-yama reicht bis in die Schn grenze und ist der thätigste in Japan, welcher im J. 7 800, 863 und 864 von heftigen Erdbeben begleitet w auch 1707 fand ein heftiger Ausbruch statt, wobei die As weit fortgetrieben und an einigen Orten 6 Fufs hoch a häuft wurde. Aus einem Berge mitten auf der Insel O sah der englische Capitain BROUGHTON im J. 1797 Rauch steigen. Von hier aus erstreckt sich eine Reihe vulcan Berge südlich bis zum 22sten Grade nördl. B. zwischen 139. und 141. Grade östl. L. v. G., wozu die Inseln *F Munin-sima* oder *Bonin-sima*, die *Bischofsinsel* und Vulcane mit der *Schwefelinsel* gehören. Weiter nördlich See Mitsu-umi in der Nähe des Sees Jetsisen liegt der V can *Sira-yama* (weifse Berg) oder *Kosi-no-Sira-yama* (weifse Berg des Landes Kosi), welcher in die Schneegr reicht und im J. 1239, auch 1554 schrecklich tobte. In Mitte der Insel Nifon, nordöstlich von der Stadt Komoro, ein grofser Vulcan *Asama-yama* oder *Asama-no-daké*, w cher stets raucht und neuerdings 1783 durch seinen Ausbr mit starkem Erdbeben schreckliche Verheerungen anrichte Der nördlichste Vulcan in Japan ist der *Yaké-yama* (brennende Berg) in der Provinz Mouts oder Oosiu, süd von der Meerenge Sangar, und westlich von diesem der V can der Insel *Koo-si-ma*[1] und mehrere, die Flammen a

1 TILESIUS bemerkt, dafs die beiden Inseln Koosima und O ma, deren Vulcane sich bis zu 900 Fufs Höhe erheben, nur 6 M len von einander liegen, und dennoch war das Meer zwischen i auf 100 Faden Tiefe nicht zu ergründen. S. Journ. de Phys. T. X p. 112. Edinburgh Phil. Journ. N. VI. p. 349. TILESIUS hält Vulcan auf Coosima unter 41° nördl. B., 120° 14' östl. L. v. G. den kleinsten in der Welt, denn er ist nur etwa 150 engl. Fufs h allein ein später zu erwähnender in America ist noch kleiner. S. M de Petersb. T. X. N. 20.

..u ein spät
Petersb. T. .1

en, auf *Jesso*, von denen drei die Bai Utschi-ura, nach UGHTON die Vulcanbai, umgeben, der *Utschi-ura-yama* Süden, der erhabenste, *Usu-ga-daké*, im Norden und *Oo-usu-yama* im Westen. Nordöstlich erhebt sich der an *Yu-uberi* oder *Ghin-zan* (Goldberg), wahrschein- der nämliche, welchen v. KRUSENSTERN den Vulcan von nennt.

Diese Reihe von Vulcanen erstreckt sich bis nach Kamt- tka, wo sich nicht weniger als vierzehn Feuerberge ver- t finden. Der gröfste und bekannteste derselben ist der *tschinskaja* oder *Gorälaja-Sopka*, unter 53° 17′ nördl. B., LENZ 7500 Fufs hoch, tobte 1773 und 1827, als er r furchtbaren Bebungen theils eine solche Menge Wasser warf, dafs ein mächtiger Strom daraus gebildet wurde, s einen grofsen Rifs erhielt, aus welchem eine unglaubli- Masse calcinirter Felsarten mit Asche ausgeworfen wurde noch später, wie aus vielen kleineren, ein erstickender, efelhaltiger Rauch aufstieg[1]; sein letzter Ausbruch war !. Ferner ist auf dieser Halbinsel der *Assatschinskaja-ka* unter 52° 2′ nördl. B., welcher im Juni 1828 Asche warf, der *Wiljutschinskaja-Sopka* unter 52° 43′ nördl. B.,) Fufs hoch und stets rauchend, der *Korätskaja* oder *lotschnaja-Sopka* unter 53° 19′ nördl. B., rauchend, aber bekannte Eruption, der *Schupanoskaja-Sopka* unter 53° nördl. B. gleichfalls ohne bekannten Ausbruch, der *Kro-kaja-Sopka* unter 54° 8′ nördl. B., etwa 10200 Fufs hoch stets rauchend, der *Klutschefskaja* oder *Kamtschatskaja-ka* unter 56° 8′ nördl. B., 9510 Fufs hoch, seit den neue- Zeiten nicht tobend, aber stets rauchend. Er tobte von 7 bis 1731 unter heftigen Erdbeben unaufhörlich, 1737 en der ganze Berg acht Tage hindurch zu glühen und auch), 1762 und 1767 fanden starke Ausbrüche desselben, letzte Mal mit verheerenden Ueberschwemmungen durch geschmolzenen Schnee, statt. Als Vulcane werden ferner nnt der *Tolbatschinskaja-Sopka*, welcher 1739 nach vor- egangenem Erdbeben die ganze Umgegend erleuchtete und Anfange dieses Jahrhunderts sich durch einen neuen Krater

---

1 Beschrieben durch MERTENS in v. Leonhard's Zeitschrift für eralogie. 1829. VIII. 8. S. 557.

mit einem benachbarten Berge vereinte, der *Schtsch...* *Sopka*, welcher erloschen scheint, der *Schewelitsch-...* stets rauchend, in dessen Nähe noch zwei andere, der *...koffskaja-* und *Krestoffskaja-Sopka*, liegen sollen, der *...kaja-Sopka*, welcher periodisch raucht, und nach drei ...ka's, von denen man keine Ausbrüche kennt und die ...schen zu seyn scheinen[1].

Die aleutischen Inseln gleichen einer Reihe von Vul... die aus dem Meere emporgehoben scheinen, weswegen ... die Namen der Vulcane zugleich die der Inseln sind. D... gehören *Akutan*, der stets rauchende *Makuschkin* auf U...laschka, *Agayedan*, *Uminga*, die vulcanische Insel *U...* mit einem kleinen im J. 1795 in ihrer Nähe entstandenen V...cane[2], *Goreloi* und der 1820 stark tobende *Urimak*. Die ...rilischen Inseln sind als eine Reihe von Vulcanen zu be...ten, welche die von Japan und Kamtschatka verbinde..., werden als solche genannt *Alaid*, *Poromusir*, *Ikarma*, ...*rikutan*, *Rakkok*, *Etopow*, *Montova*, *Ischirpo-oi* ... kleine Insel *Nadeegda*. Die Vulcane der Marianen oder ...ronen sind noch sehr wenig bekannt, indeſs zählte La P...rouse deren neun, z. B. auf *St. Antoine*, *St. François*, *Denys*, *Assumption* und auf anderen kleineren, deren ... unbewohnbar sind. Auch auf der Insel *Guaham* oder G... ist nach Kotzebue[3] ein Vulcan. Der gröſste unter den ...reren Vulcanen auf den Philippinen[4] ist der *Mayon* ... *Mayonga* auf der Insel Lüzon in der Provinz Albay oder ...bay, dessen heftige Ausbrüche in den Jahren 1766, 1800 ... nach dreizehnjähriger Ruhe im Jahre 1814 bekannt ... Beim beginnenden Stein- und Aschenregen entfloh Alle..., lein da derselbe zu stark wurde, suchten die Fliehenden ... Häusern Schutz, aus denen die herabfallenden glühenden S... sie verjagten, indem sie sich durch übergehaltene Stühle, ...sche u. s. w. zu schützen suchten. Dabei war es durch A...

1 S. Postels in Mém. de l'Acad. de Petersb. VIme Sér. T... p. 11 ff.

2 G. XLII. 217.

3 Dessen Reise. Th. II. S. 155.

4 Vergl. Lulof's Einleitung zur Kenntniſs d. Erdkugel ... von Kästner. Altenb. 1755. 4. §. 233.

Rauchwolken stockfinster und die hoch aufgehäufte, mit l und Steinchen vermengte Asche verhinderte das Fortkom-, so dafs 1200 Menschen den Tod fanden, namentlich in der einstürzenden Kirche zu Budiao und 35, die sich inem Hause daselbst versammelt hatten. Auch von den rlebenden starben später viele aus Mangel, weil der Bomit 30 bis 36 Fufs hohem Sande und Asche überdeckt, an Westseite der Insel aber alle Vegetation gänzlich zerstört !. Ebendaselbst ist der *Aringuai* in der Provinz Ilocos der *Taal*, nur eine Tagereise von der Hauptstadt, weldaher oft besucht wird. Er bildet eine öde Insel in ei-See, Laguna de Bonborig genannt, ungefähr 6 Meilen Jmkreise haltend, dessen Wasser durch einen etwa eine langen, schnell fliefsenden, aber mit kleinen Schiffen aren Flufs in das Meer abfliefst. Das Wasser des Sees akisch, aber doch trinkbar, und die Tiefe soll an einigen n unergründlich seyn. Die Insel in demselben ist ein r Haufe von Asche und Lavastücken, welcher in sich t eingestürzt den weiten, unregelmäfsigen Krater des lbaren Vulcans bildet. Dieser hatte lange geruht und lieseit seinem letzten Ausbruche im J. 1716 eine grofse ge Schwefel, allein im J. 1754 fing er wieder an zu rau-und tobte nachher unter Begleitung heftiger Erdbe-. Ein Berg auf *Tandaya* oder *Samar*, der *Sanguil* auf lanao, der *Natognus* mit den heifsen Quellen bei Ma-[3] und der *Gunong-Api* oder der *Gunong-Ber-Api* seine zweite Spitze *Gunong-Tallang* auf einer der sie-Inseln von Banda werden als Vulcane genannt[4]. Der dieser beiden grofsen Feuerberge raucht stets, hat aber nicht gespieen, der erste tobte nach 15jähriger Ruhe r am 23sten Juli 1820. Der *Aringuai*, der Vulcan auf und der Sanguil tobten den 4ten Jan. 1641 zugleich und üsteten die Inseln, auch erzählen die Annalen von Min-von schrecklichen Erdbeben in den Jahren 1645 bis

Allgem. Geogr. Ephemeriden. Th. XLIX. S. 232.
V. Chamisso in v. Kotzebue's Reisen. Th. III. S. 69. Vergl. . Phil. Journ. N. XI. S. 119.
Journ. de Phys. T. XCIV. p. 160.
Asiatic Journal. 1826. Mai. p. 577. Vergl. Philosoph. Magaz. Mai.

1648, die, wie die späteren, mit den dortigen Vulcanen zu-sammenhängen[1]. Auf der Insel *Yap*, westlich von den Carolinen, ist gleichfalls ein grofser Vulcan, und drei bis vier sind auf den Freundschaftsinseln[2], doch geben Andere an, dafs auf den letzteren Inseln nur ein einziger, aber grofser Vulcan, der *Tofua* oder der Vulcan der Insel Tofua, vorhanden sey[3], welcher unausgesetzt Eruptionserscheinungen zeigt und von dessen schrecklichem Toben Cook im J. 1774 Zeuge war. Neuerdings sah ihn Mariner noch brennend, und vorzüglich zeichnet er sich durch die Menge des erzeugten Bimssteins aus[4].

Betrachtet man überhaupt die ganze Reihe der Inselgruppen, die von der südlichsten Spitze des asiatischen Festlandes anfangend auf beiden Seiten des Aequators weit zerstreut östlich bis durch einen grofsen Theil des stillen Oceans sich hinziehn, so findet man überall grofse und noch ausnehmend thätige Vulcane, so dafs dieses zu der Hypothese Veranlassung gab, diese sämmtlichen Inseln seyen sämmtlich unter beträchtlich später, als die grofsen Continente bewohnt wurden, aus dem Meere emporgehoben worden. So trifft man auf der Westseite der Insel Sangir den *Abo*, und ein Berg der Insel *Siauw* wird als Vulcan bezeichnet. Auf Borneo sind gleichfalls Vulcane, deren Zahl und Namen man jedoch nicht kennt, die *Barren*-Insel aber hat einen Vulcan von 4000 Fufs Höhe, welcher oft Steine und Rauch auswirft, ob-gleich die ganze Insel nur 6 franz. Meilen im Umfange hat. Auf den Molukken wird der Ausbruch des Feuerberges auf *Machian* im J. 1646 und eines auf *Motir* im J. 1778 erwähnt; bekannter ist der *Gamma-Lammu*[6] auf Ternate; *Sorea* wurde im J. 1693 gänzlich verwüstet; der *Kemas* liegt im Territorium von Manado, der *Wawani* auf Amboina[7] tobte im

1 Kotzebue's Reise a. a. O.

2 Journ. de Physique. T. XCVI. p. 113.

3 V. Leonhard a. a. O. S. 40.

4 Nachrichten über die Freundschaftsinseln. Weim. 1819. 8.

5 Arago in Ann. of Phil. 1824. Apr. p. 211. Cap. W... stieg ihn und fand ihn rauchend, s. Edinb. Phil. Journ. ... p. 205.

6 Philos. Trans. T. XIX. N. 216. p. 411.

7 Ebend. p. 529.

n 1674, 1694, 1816, 1820 und 1824, auf *Timor* ist
ifalls ein Vulcan und auf *Celebes* sollen deren mehrere
Der *Tanbora* auf der Insel Sumbava ist vorzüglich
die schreckliche Verheerung bekannt, die er im Jahre
anrichtete[1]. Auf der Insel *Flores* sah Bleigh einen
n, auf *Daumer* ist gleichfalls einer und nach Dampier
im. J. 1699 ein kleiner zwischen Timor und Ceram.
Marsden[2] sind vier Vulcane auf Sumatra, der *Bala-*
Ophir, *Indrapar* und einer bei *Bencoolen;* auch wird
unong-Dempo als stets rauchender Berg genannt[3], ebenso
Berapi[4]. Noch mehr, als diese Insel, ist Java mit Vul-
übersäet, obwohl sie an Umfang kleiner ist; inzwischen
i wir auch hierüber nur unvollkommene Nachrichten, so
uch Thom. Stamford Raffles durch sein classisches
[5] die Kenntnifs dieser merkwürdigen Insel erweitert hat.
den dortigen vulcanischen Kegeln werden genannt der
o in der Provinz Pasöröan[6], der *Idia* oder *Idjeng*, des-
tzter Ausbruch im Jahre 1817 statt fand, der *Panaru-*
Tagal und *Ambotismene*. In den Sumbing-Gebirgen
ler *Ung-Arang*, *Marbabu* und *Mer-Api*, welcher um
und 1822 viele Verheerungen anrichtete, auf jeden Fall
ische Gebirge, desgleichen der *Japara*, welcher sich
Halbinsel gebildet zu haben scheint, und der *Talágawú*.
Ferner werden dort genannt der *Dafar*, welcher 1804
, der *Salak* 1761, der *Lamongar* 1806, der *Taschem*
, der *Klut* 1785, der *Gugak* 1807, der *Chermai* 1815,
awn 1806, der *Arjuna*, einer der gröfsten Berge von
i Fufs Höhe, gleichfalls 1806 und der wegen seines

Biblioth. univ. 1817. Jul. Edinb. Phil. Journ. N. VI. p. 389.
Natürliche und bürgerliche Beschaffenheit der Insel Sumatra.
. Engl. Leipz. 1785. 8.
V. Leonhard a. a. O. S. 41.
Philos. Magaz. T. LXV. p. 188.
History of Java. Lond. 1817. II T. 4. T. I. p. 12 ff. Vergl.
er Boon Mesch Disputatio geologica de incendiis montium igne
ium insulae Javae cet. L. B. 1826. Deutsch bearbeitet von
Blum in v. Leonhard's Zeitschr. für Mineralogie 1828. Jan. S.
V. Leonhard über die Basaltgebilde. Th. II. S. 156. Nöggerath
Paul Sammlung von Arbeiten ausländischer Naturforscher über
berge und verwandte Phänomene. Elberf. 1825. 2 Th. 8.
Malte-Brun Bibl. des Voyages. T. V. p. 27.

grofsen Kraters bekannte *Tankuban-Prahu*, welcher g ruht und mit Holz bewachsen ist, dennoch aber steigen f während Dämpfe aus seinem Krater auf und man hört unaufhörliches Getöse in seinem Innern, auch tobte er im J. 1804 und warf viele reine Thonerde aus; ferner *Papandayang*, welcher der gröfste auf der ganzen Insel aber bei dem Ausbruche 1772, als zugleich 40 Dörfer heert wurden und 2957 Menschen umkamen, einen gr Theil seiner Spitze durch Einsturz verlor, der *Galong-ning* oder *Galung-Gung* in der Statthalterschaft Preang, cher nach langer Ruhe im November 1822 tobte und 88 P zungen nebst mehr als 2000 Menschen unter seiner Asche Lava begrub[1], und endlich der *Gunung-Guntur*, aus chem sich im J. 1800 ein mächtiger Lavastrom ergofs, sen Breite am steilen Theile des Berges nur 10 Fufs be tiefer abwärts stellenweise 300 Fufs, bis er nach einer L von 1200 Fufs in einem 20 F. hohen Haufwerke von L blöcken endigte. Am 21. Oct. 1818 hatte er einen h Ausbruch, welcher mit starkem Erdbeben anfing und im werfen ungeheurer Mengen von Rauch, Asche, Sand gl der Steine, selbst grofser Felsmassen, jedoch ohne Lava stand, worauf zuletzt das Einstürzen eines grofsen Theil oberen Kegels folgte. Merkwürdig ist der Vulcan *Idien* der Provinz Bagnia-Vanni. Dieser gehört nämlich unte kleine Zahl derjenigen, in deren Krater sich der aufstei Schwefel mit Wasser verbindet, woraus dann verdünnte S felsäure entsteht, die in einem Strome herabfliefst[2]. der Mer-Api hat auf seiner Spitze einen See mit gesä Wasser, wie LESCHENAULT bei seiner Ersteigung dieses ges fand[3].

Auf *Neu-Guinea* will DAMPIER schon im J. 1700 brennende Vulcane gesehn haben, im Archipelagus von *Britannien* sah D'ENTRECASTEAUX in 5° 32′ nördl. B., 24′ östl. L. v. G. einen tobenden Vulcan, welchen LE M und VAN SCHOUTEN schon vorher gesehn hatten. Au

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XVII. p. 201.

2 Philos. Magaz. T. XLII. p. 182.

3 OLIVIER's Land-en Zee-Togten in Nederlands Indie. T cap. I.

Anhrym unter den neuen Hebriden im Archipelagus spirito Santo befindet sich nach Cook ein Vulcan, einen en sah derselbe auf der Insel *Tanna* im J. 1774, welanch d'Entrecasteux im J. 1793 tobend fand. Unter üdsee-Inseln werden als vulcanisch vorzüglich genannt *Tana*, zuletzt von La Peyrouse beobachtet, *Sesarga* den Charlotteninseln und *Movée* im stillen Ocean. Auf andwichinseln sind mehrere Vulcane, und namentlich be- sich sehr bedeutende, einander nahe liegende oder nur erschieden benannten Kratern versehene, auf der Insel hi oder Hawaii. Es werden als solche erwähnt der *Mauna-* der *Mauna-Kea* (oder *Khoa*, auch *Kaa*, der Wohnsitz öttin Pelee, welcher durch seine steten Ausbrüche die hner schreckt) und der *Kirauea*, welche drei neuerdings Douglas[1] erstiegen worden sind; auch ist der letztere, seines verheerenden Ausbruches von 1803 bekannt, die Missionaire mehrmals untersucht worden[2]. Neuer-, im J. 1838, wurde er durch den Grafen Strzelecki[3] gen, und dieser hält seinen Krater unter allen für den n und staunenswürdigsten, denn er hat auf dem 3851 Fuſs hohen Berge eine Grundfläche von 9,45 Mill. Quaſs und ist mit stets wallender glühender Lava erfüllt. etwa 5 geogr. Meilen von Mauna-Roa in der Provinz pula liegt der *Panohohoa*[4], einer der gröſsten und beesten aber ist der *Mauna-Wororai* oder *Mauna-Hua-*, welcher in den Jahren 1801 und 1810 mächtige Lavae ergoſs. Neuerdings hat Ellis[5] denselben einige Male gen. Er fand daselbst mehrere sehr groſse Krater, unesen einen von unermeſslicher, sicher 1000 F. betragender , einige anscheinend erloschen, andere, aus denen stets h und Schwefeldampf aufstiegen. Die Lava wurde einst

---

Berghaus Ann. 1835. Th. XI. S. 404.

Edinburgh New Philos. Journ. N. V. p. 45. N. XI. p. 151. N. p. 212. 371. Silliman Amer. Journ. T. XX. p. 228.

Froriep Not. Th. XI. N. 6.

Edinb. New Phil. Journ. N. X. p. 303.

Aus dessen Missionary Tour through Hawaii in Edinburgh of Science. N. XI. p. 187. Vergl. Silliman's Journ. T. XI. p. n. de Chim. et Phys. T. XXXIII. p. 425. Philos. Magaz. T. III. p. 252. Poggendorff's Ann. IX. 141.

bis 50 Fufs hoch als Fontaine emporgeschleudert; auch fi man dort so zarten Bimsstein, dafs ihn der Wind fortbe Auch die *Osterinsel* und *Nukahiva* werden als vul genannt[1], auf der Marquesas-Insel Domenica ist der V *Ohiwaua*[2] und auf der Societäts-Insel Otaheiti ist der m tige Vulcan *Tobreonu* von mehr als 11000 engl. Fufs H In einer Bucht der Gallopagos-Insel Albemarle endlich die ganze vulcanische Insel *Narborough* mit einem stark benden Feuerberge, dessen Ausbruch im Jahre 1814 am kanntesten ist[3].

Auf Neuholland, so wenig auch diese ausgedehnte M von Land und zerstreuten Inseln zur Zeit schon bekannt hat man jetzt noch thätige Vulcane gefunden. Im B *Ouingen* oder *Wingen*, unweit des Hunter-Flusses, in e ger Entfernung von Sydney, befinden sich viele Spalten, denen unaufhörlich nach Schwefel riechende Dämpfe strö ohne Zweifel Erzeugnisse eines unterirdischen Brandes. bei ist aber merkwürdig, dafs sich dort und umher eine Spur von Lava oder geschmolzenen Felsmassen weswegen man Anstand nimmt, den Berg für einen eige chen Vulcan zu halten[4]. Die Höhe des Berges beträgt gefähr 1500 engl. Fufs, die Spalten befinden sich im S stein, die Ränder sind an einigen Stellen rothglühend, zuweilen verglast, und wo die Flammen herausdringen, die Vegetation zerstört, stellt sich aber beim Nachlassen de ben bald wieder her. Steine, die in die Spalten geworfen we fallen sehr tief hinab, bis in die Räume, wo man das B nen genau wahrnimmt[5]. Ein anderer, anscheinend k Vulcan, welcher schwarze Massen und Flammen auswirft bei *Segenhoe* beobachtet worden. Die Eingebornen wage nicht, sich dem Krater bis auf die Entfernung einer engl. M zu nähern[6].

---

1 Kotzebue's Reisen. Th. II. S. 111. Th. III. S. 31 u. 141.
2 Arago in Annals of Philos. 1824. Apr. p. 213.
3 Downes Voyage 1835. 8.
4 Nouv. Annales des Voyages. 1830. Fevr. p. 188.
5 Edinb. Journ. of Sc. N. S. N. IV. p. 270.
6 Ebend. N. II. p. 373.

III. Africa und die benachbarten Inseln.

Ein so grofser Welttheil, als das Festland Africa's, kann nicht ganz ohne Vulcane seyn, inzwischen ist bekannt, ausgedehnte Continente, mit Ausnahme America's, nur ge solcher Berge aufzuweisen haben. Kircher nennt nach älteren Missionsberichten zwei Vulcane in Monopa, vier in Angola, Congo und Guinea, einen in Ly- und einen in Habesch, allein neuere Reisende haben diese ben nicht bestätigt, und auf jeden Fall könnten die Vul- nur erloschene seyn. Am Congo will Douville[1] einen an, den *Zambi*, von 10680 Fufs Höhe gesehn haben, er te ihn jedoch nicht untersuchen, weil ihm die Neger da- nicht folgen wollten; allein dieser Nachricht steht die be- felte Aechtheit der ganzen Reisebeschreibung entgegen. ischen sind der *Djebel-Dokhân* in Aegypten und der *loufan* im Innern von Africa entweder wirkliche Vulcane, n stets Rauch aus ihnen aufsteigt[2], oder man müfste sie len erwähnten Salmiakbergen in Asien ähnlich halten.

Die zu Africa gehörigen Inseln sind, wie die asia- en, fast ohne Ausnahme vulcanisch. Hauptsächlich ist s der Fall bei der azorischen Insel *St. Michael* (Miguel)[3], eren Nähe 1811 eine kleine Insel aus dem Meere empor- ben wurde und bald wieder versank; auf Fayal ist der rberg *Caldeira* und auf Pico der hohe Vulcan *Pico*[4], her 7328 Fufs Höhe hat und mit zwei Kratern versehn von denen der kleinere im J. 1718 thätig war. Unter canarischen Inseln hat *Palma* einen Vulcan, welcher ; und 1677 tobte, *Lanzerote* hat mehrere Krater[5], deren r im J. 1824 Feuer spie, am bedeutendsten aber ist der *de Teyde* auf Teneriffa, welcher in der Mitte einer Masse

---

1 Voyage au Congo et dans l'Intérieur de l'Afrique équinoxiale. 1832. III T. 8.

2 Nouv. Ann. des Voyages. T. XXIV. p. 283.

3 Biblioth. Britann. 1812. Oct. Vergl. Webster Description of Island of St. Michael. p. 107.

4 Annals of Philos. 1824. Apr. p. 204.

5 L. v. Buch in Berlin. Denkschr. 1818. S. 69. Im Jahre 1730 le ein grofser Theil der Insel durch einen vulcanischen Ausbruch tört.

von Basalten und Laven bis zu einer Höhe von 11424 F
aufsteigt, dessen Gipfel zwar aus seinem aus Lava gebil
ten kreisförmigen Krater seit Jahrhunderten keine Ausbr
mehr zeigt, desto häufiger aber aus Seitenöffnungen[1]. D
Berg *Cahorra* gab im J. 1798 das Schauspiel eines Aus
ches. Unter den Inseln des grünen Vorgebirges scheint
in dieser Beziehung bezeichnend *Fuego* (Feuerinsel) genan
vorzugsweise vulcanisch zu seyn, da der auf ihr befindli
Berg ohne Unterlafs thätig ist[2]. Auf der Insel *Ascens*
(7° 56′ nördl. B., 14° 21′ westl. L. v. G.) ist ein wenig
kannter Vulcan, auch auf *Madagascar* will man einen solc
beobachtet haben, aus welchem stets Wasserdampf emp
steigt[3], auf der Insel *Bourbon* aber (20° 51′ südl. B., 55°
östl. L. v. G.) ist einer der gröfsten Vulcane der Erde, w
cher 7500 F. über den Meeresspiegel hervorragt und,
man die Insel kennt, nie ruhig war[4]. Einer der stärk
neueren Ausbrüche fand statt den 27sten Febr. 1821.
Nachricht in Bruce's Reisen aber, dafs ein Vulcan *Ze*
Tier im rothen Meere unter 15° 30′ nördl. B. existire,
ich in späteren Schriftstellern nicht wiederholt. Auf der
schen Africa und Neuholland südlich liegenden Insel *A*
sterdam (38° nördl. B., 78° östl. L. v. G.) ist gleichfalls
grofser Vulcan und in seiner Gegend befinden sich
Menge heifse Quellen.

IV. America und seine Inseln.

America ist bekannt wegen seines grofsen Reichthum
erloschenen und noch thätigen Vulcanen, wobei es schwe
beide gehörig von einander zu sondern. Man findet diese
vorzugsweise in seinem mittleren und südlichen Theile, a
sie erstrecken sich zugleich sehr weit nach Norden. Mal

1 Gray Bennet in Trans. of the Geol. Soc. T. II. L. v. B
in Berlin. Denkschr. 1820 u. 21. S. 93. Dessen physikal. Beschreib
der Canarischen Inseln. Berl. 1824. 4. Poggendorff's Ann. X. 1. Ue
den Ausbruch des Vengo am Pico de Teyde im J. 1798 s. de Fu
qui in G. XXI. 248.

2 Hist. génér. des Voy. T. III. p. 190.

3 Annals of Phil. 1824. Apr. p. 205.

4 Ebendaselbst. Ueber den letzten Ausbruch s. Ann. de Ch
et Phys. T. XVIII. p. 417.

ıs[1] giebt fünf Vulcane auf Californien an und auch an- ı Nachrichten[2] bezeugen die Anwesenheit eines noch bren- den an der Küste von *St. Barbara* und die übrigen be- en sich auf der Halbinsel. Im Jahre 1786 sah Nicol ei- mächtigen Strom Lava aus einem Vulcane an der Mün- g des *Cook-River* sich ins Meer stürzen, welches ringsum Eis bedeckt war[3], der Berg *del Buon Tiempo* und der ı Einigen zweifelhafte Vulcan *de las Virgines* liegen gleich- ı auf der Nordwestküste America's[4], aber auch auf der ʼen-Insel (58° 48′ nördl. Br., 133° 50′ westl. L. v. G.) Webster einen Vulcan[5], der grofse *Eliasberg* (61° nördl. 147° westl. L. v. G.) ist nach Faujas de st. Fond[6] ein h nicht erloschener Feuerberg und auf *Aliaksa* (55° nördl. 157° westl. L. v. G.) bemerkte Kotzebue[7] im J. 1817 n damals noch brennenden Vulcan. Dieser Ort hängt mit Kette der aleutischen Inseln zusammen, die sehr vulca- h sind, und es wird daher hieraus, so wie überhaupt aus Nachbarschaft der zahlreichen gegenüberliegenden Reihen- cane wahrscheinlich, dafs sich auf der Nordwestküste Ame- 's noch mehrere, als die bis jetzt bekannten Feuerberge nden. Weit zahlreichere Vulcane werden aber weiter süd- angetroffen, und zwar im eigentlichen Festlande Ame- 's, wenn gleich gröfstentheils in den Küstendistricten. Ue- gehn wir zuerst den *Jorullo* als einen erloschenen Vulcan, ı welchem später die Rede seyn wird, so soll auch in nce George's Staate am Indian River ein Vulcan seyn, und ır der kleinste, welcher überhaupt existirt, indem seine he nur 6 Fufs, sein Umfang aber unten 49 und am Krater 'ufs 2 Zoll betragen soll[8]. Es scheint dieser der nämli- zu seyn, welcher als ein neu entstandener in der Provinz ex in New-York 4 engl. Meilen vom See George entfernt egeben wird[9].

1 Précis de Géogr. T. II. p. 463.
2 Kotzebue's Reise. Th. III. S. 17.
3 Kastner's Archiv. Th. VIII. S. 153.
4 Arago in Ann. of Philos. 1824. Apr. p. 205.
5 Edinb. New Phil. Journ. N. XVII. p. 205.
6 Journ. de Phys. T. LXIX. p. 48.
7 Dessen Reise. Th. II. S. 108.
8 Giornale Arcadico. T. XVII. p. 158.
9 Ann. de Chim. et Phys. T. XXX. p. 435.

Die Reihen-Vulcane von Mexico gehören zu den grö[ß]ten und thätigsten im neuen Continente. Diese, deren gena[ue] Kenntnifs wir den Forschungen Al. v. Humboldt's verda[nken], sind der *Citlaltepetl* oder *Pic d'Orizaba* von 16302 F. H[öhe], der *Popocatepetl* oder grofse Vulcan von Puebla, der grö[ßte] aller mexicanischen, von 16626 Fufs Höhe und stets rauche[nd], welcher neuerdings durch Wilhelm und Friedrich Gl[en]nie und John Tayleur, später noch im Jahre 1834 d[urch] Groos bestiegen und untersucht wurde[1], der *Nauhcampa[te]petl* oder *Coffre de Perotte*, der *Iztaccihuatl*, der *Neva[do] de Toluca*[2], beide jetzt ruhend, der *Colima*, der *Turt[la]* (Tuchtla), welcher im Jahre 1664 durch Aschenregen die U[m]gegend gänzlich zu zerstören drohte, dann einen ähnlich[en] Auswurf im J. 1793 wiederholte, wobei das Auswerfen zw[ei] Jahre anhielt, noch gegenwärtig stets raucht und 1829 d[urch] Jose Aurelio Garcia bestiegen wurde[3], und der *Pic* v[on] *Tancitaro*.

Der Landstrich, welcher die beiden grofsen Hälften A[me]rica's verbindet und das ganz vulcanische Meer der An[tillen] einschliefst, der Freistaat Guatimala, ist voll von gro[ßen] und stets thätigen Feuerbergen. Dahin gehören der *Ba[...]* unter 8° 40′ nördl. B., südlich vom Golph Conchagua, [der] *Coseguina* an derselben Bai, die dort auch Bai von Fo[nseca] heifst, unter 13° nördl. B., 87° 3′ westl. L. v. G., nicht m[ehr] als 500 Fufs hoch, welcher 1709, dann 1809 und am stä[rk]sten im Januar 1835 tobte[4], der *Bombacho*, der *Zap[...]* unter 10° 15′ nördl. B., der *Nindiri* mit starkem Ausbru[ch] im Jahre 1775, der *Papaguio* unter 11° 10′ nördl. B., [...] *Grenada*, der *Talica* bei San Leon de Nicaragua, der *N[...]*

---

1 Schweigger's Journ. T. L. S. 335. Nouv. Ann. des Voy[ages] 1834. T. XXXIV. p. 44.

2 Genau beschrieben durch Sartorius in Hertha Th. X. S. [...] Vergl. v. Humboldt Essay. Pol. ed. 8. T. I. p. 188. Karsten's Arch[iv] Th. XIV. S. 93.

3 Burkhart in v. Leonhard's u. Bronn's Neuem Jahrb. der M[in.] 1835. S. 36.

4 Caldcleugh in Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. VIII. p. [...] Vergl. Juan Galindo in Silliman's Journ. T. XXVIII. p. 33[...] in Edinb. New Philos. Journ. N. XXXIX. p. 165. Philosoph. Tr[ans]act. 1836. P. I. p. 27. Poggendorff's Ann. XXXVII. 447. XLI. [...]

ombo, der *Viego* beim Hafen Rialexo, der *St. Michael*, *Apalitlan*, der *Cocivina* in der Nähe des Golphs Concha-, ferner *Besotlan*, *Traapa*, *San Vincente*, *Sacate Coluca* Rio del Empa, der *Apaneca*, *Hamilpas*, *Atitlan*, *San* ›ador, *Isalco*, *Antigua* westlich vom Golph Amapulo, *gos de Guatimala* unter 14° 22′ nördl. B., 13985 Fufs ı, dessen Ausbrüche von 1581, 1586, 1705, 1710, 1717, 2, 1737 bekannt sind, der *Acatinango*, *Sunil*, *Sa-peque* und *Soconusco*, welche fast sämmtlich noch sehr Thätigkeit sind. Neugranada zeichnet sich nicht weniger h zahlreiche vulcanische Kegel von unglaublicher Höhe Dahin gehört der Rücken des *Paramo de Ruiz* unge- unter 4° 57′ nördl. B., welchen BOUSSINGAULT im J. 9 rauchen sah[1], der Kegelberg von *Tolima* unter 4° 35′ ll. B., 74° 20′ westl. L. v. G., nach trigonometrischer ssung 17190 Fufs hoch, also wohl der höchste Berg des ricanischen Festlandes nördlich vom Aequator, dessen ption vom 12ten März 1595 erst neuerdings bekannt ge-den ist und welcher im J. 1826 unerwartet wieder zu n anfing[2], der *Puraze* bei Popayan unter 2° 20′ nördl. 76° 40′ westl. L. v. G., 13650 Fufs hoch, von welchem chfalls ein Flufs mit gesäuertem Wasser herabfliefst[3], der kan von *Pasto* unter 1° 11′ nördl. B., 77° 24′ westl. L. G., 12620 Fufs hoch, der *Azufarl*, der *Cumbal* unter 0° nördl. B., 14717 Fufs hoch, der *Imbabaru* unter 0° 20′ dl. B., der *Chilas* in der Provinz de los Pastos unter 0° südl. B., der Vulcan von *Fragua* bei Santa Rosa unter 47′ nördl. B., der *Guacamayo* in der Provinz Quixos und *Quebrada del Azufral* oder Schwefelberg bei Quindiu, fortdauernd heifse Schwefeldämpfe aus Glimmerschiefer steigen[4]. Endlich wird dort noch der *Sotara* als Vulcan nnnt und von BOUSSINGAULT[5] der von *Tequères* dicht am quator. Ein Vulcan in der Provinz Guanaxato, 18 Meilen n Lucratero, verheerte die umliegenden Gegenden am 15ten

1 S. v. HUMBOLDT's Fragmente über Geologie und Klimatologie iens. S. 75.
2 V. HUMBOLDT a. a. O. S. 73.
3 Ann. de Chim. et Phys. T. XXVII. p. 113.
4 V. HUMBOLDT in Poggendorff's Ann. XLIV. 196.
5 Ann. de Chim. et Phys. T. LII. p. 18.

Febr. 1818, der *Arequipa* in Peru aber, auch *Pic de Miti* genannt, liegt nur 9 Meilen vom Meere entfernt und wurde neuerdings durch Samuel Curson erstiegen [1].

Die gröſsten und ausgezeichnetsten Vulcane sind in Quito [2], dessen ganzer hochliegender Theil eine durch gewaltsame Kräfte emporgetriebene Masse mit einer Menge Krater zu seyn scheint. Vom *Chimborazo*, der höchsten Spitze der Andes-Kette, sind keine Ausbrüche bekannt, obgleich seine Beschaffenheit ganz vulcanisch ist und seine heiſsen Quellen die noch fortdauernde Hitze oder noch statt findendes inneres Brennen andeuten. Auch die übrigen Vulcane ergieſsen nur selten Lava, häufiger sind dagegen die Ausbrüche von Schlamm. Die bedeutendsten dortigen vulcanischen Kegel sind der *Antisana* von 17956 Fuſs Höhe, welcher im Jahre 1590 und 172[illegible] tobte, der *Pitchincha* von 17644 F. Höhe, mit einem ungeheuern Krater oder eigentlicher mit vier Spitzen, der Tablahuma, Los Ladrillos, Guagua-Pichincha und Rucu-Pichincha, deren Ausbrüche in den Jahren 1535, 1577, 1639, 1660 und 1690 bekannt sind [3], der *Cayambe-Urcu*, der *Nevado del Altas* oder *Capac-Urcu* oder *El Altar de Collanes*, der *Ilinissa*, der *Tungurahua* unter 1° 41′ südl. B., von 15471 Fuſs Höhe (die aber beim Ausbruche von 1797 beträchtlich vermindert wurde), dessen erster Ausbruch im Jahre 1641 bekannt ist, der *Cotopaxi* von 17662 F. Höhe und der schönsten Kegelform unter allen Andesspitzen, welcher zuerst 1533, dann 1742, 1743 und 1744 spie, wobei sein Brüllen 200 Stunden weit gehört wurde, dann wieder 1750, 176[illegible] und 1803 stark tobte, eigentlicher aber von 1739 bis 174[illegible] fast ohne Unterlaſs thätig war, ein durch sein Brüllen und seine Gröſse, so wie die Menge der ausgeworfenen Massen wahrhaft ungeheurer Vulcan [4] mit einem Krater von 2868 F. Durchmesser, der *Sangai* oder *Macas* unter 1° 45′ südl. B.

1 Boston Journal 1823. Nov. p. 351.

2 Genau beschrieben durch v. Humboldt in Poggendorff's Ann. XL. 161. XLIV. 193.

3 Boussingault fand den Rucu-Pichincha in voller Thätigkeit, obgleich er bei der Anwesenheit Bouguer's völlig zu ruhn schien. S. Ann. de Chim. et Phys. T. LII. p. 22.

4 V. Humboldt Reisen. D. Ueb. Th. III. S. 3 ff.

n 16080 F. Höhe, welcher seit 1828 stets tobt, und der *rguerazo*, dessen gegenwärtige Höhe nur 14706 Fufs be-gt, weil er durch Einstürzungen viel verloren hat, da er her vielleicht über den Chimborazo hinausragte, von wel-m er ein Seitenkrater zu seyn scheint[1]. Bei seinem letz-Ausbruche im J. 1698 warf er eine grofse Menge Wasser t Schlamm und vielen Fischen aus, die bei ihrer Verwe-g die Luft der Umgegend verpesteten.

Die Angaben über die Vulcane in Chili weichen sehr von ander ab, vermuthlich weil ihre Namen nicht so genau be-mmt sind und daher die nämlichen unter verschiedenen Be-nnungen vorkommen, manche Schriftsteller aber die erlo-nen von den noch thätigen nicht genugsam unterscheiden; FFIG[2] meint sogar, es würden verschiedene genannt, die r nicht existiren. Er selbst, den wir als einen zuverlässi-Zeugen betrachten können, sah nur den *Maipu*, den de *teroa*, de *Chillan*, de *Antuco*, de *Pummahuidda*, de *Una-quen*, de *Cura*, de *Villa ricca*, de *Osorno*[3] rauchen. ese scheinen fast alle nach den Orten benannt, in deren he sie sich befinden, und können daher auch unter andern men vorkommen. Andere Schriftsteller[4] geben die Zahl der nerberge in Chili zu 15 an, allein es werden deren weit hr genannt, vielleicht auch deswegen, weil mehrere Krater r nämlichen Vulcane als verschiedene aufgeführt werden, im nzen aber kennen wir die chilesischen Vulcane weit weni-, als die übrigen der Andes-Kette. Um keinen zu über-n, setze ich die sämmtlichen vorkommenden Namen her. se sind: der bei *Villa ricca*, der *Chillan*, *Calaqui*, *Chi-l*, *Huanchue*, *Copi*, *Llanguihue*, *Puravauco*, *Aconcagua*, *teroa*, *Tucapel*, *Votuco*, *Huailecca*, *San-Clemente*, *San-go*, *Minchiuno*, *Quechuacan*, *Chignol*, *Notuco*, *Maipü*, *tuco* oder *Untoco*, *Ligua*, *Chuapa* oder *Lisnari*, *Co-*

1 Don Juan de Ulloa Voyage. T. I. p. 262.
2 Berghaus Ann. 1836. N. 140. p. 217.
3 Die Mannschaft des Schiffes Beagle sah Nachts in 80 Seemei-Entfernung das Feuer dieses Vulcans wie einen Stern und 160 meilen südlich von ihm gewahrte dieselbe den stets brennenden Cor-ado. Nach öffentl. Blättern.
4 Molina Hist. Nat. de Chili. p. 30. Arago in Ann. of Philos. l. Apr. p. 207.

quimbo, *Copiapo* und einer an der Mündung des Flusses Ri-*pel*[1]. Der Aconcagua, der höchste Berg in Chili, dessen Hö- PENTLAND[2] zu 22400 engl. Fufs (21018 franz. F.) ang- welchen PÖPPIG unter diesem Namen nicht als solchen a- führt, wird ein Vulcan genannt, und BYLANDT PALSTE-CAMP[3] nennt aufserdem noch den *Minchimavida*, den He- auf der Insel Chiloe, den *Quecucabi*, *Chuanca*, *Osarno* u- *Huanauco*, unter denen Osarno ohne Zweifel mit dem Os- und der Chuanca vermuthlich mit dem Huanchue identi- sind.

Die americanischen Inseln sind zum grofsen Theile gleich- falls vulcanisch und zwar in einem bedeutenden Grade, na- mentlich die Antillen. Auf Martinique ist der *Pelée* ein gr- fser Vulcan, welcher noch 1792 mit bedeutender Heftig- getobt haben soll[4], woran jedoch v. HUMBOLDT[5] zwei- der *Carbet* und *Vauclin* scheinen jetzt ruhende zu seyn. Vulcan auf *Guadaloupe* dagegen raucht beständig, spie- letzt im J. 1737 Feuer, drohete 1797 eine starke Eru- warf aber blofs Asche aus und zeigt selten eine Flamm- der Mündung seines Kraters[6]. Der *Morne-Garou* auf St. V- cent war seit 1718 ruhig und schien erloschen zu seyn, er 1812 wieder zu brennen anfing und den starken Asch- regen auf Barbados bewirkte[7]; er ist also der langen Ru- ungeachtet den noch thätigen beizuzählen[8]. Ein Vulcan der Insel *St. Lucie* von nur 200 Fufs Höhe erzeugt eine Men- Schwefel, so wie der hiernach benannte Schwefelberg (au- *Mount misery* wegen der Nacktheit seiner oberen Fläche g- nannt) auf St. *Christoph*, welcher im J. 1692 noch bran-

---

1 KOTZEBUE'S Reisen. Th. III. S. 24.

2 Edinburgh New Philos. Journ. N. XLVII. p. 227.

3 Théorie des Volcans. Par. 1835.

4 Ann. des Mines. T. III. p. 59.

5 Reisen. D. Ueb. Th. III. S. 38.

6 S. L'ESCAILLER in Journ. de Phys. T. LXII. u. L'HERM- ebend. 1815. Avr. et Sept. L'Institut 1837. p. 61.

7 Ann. de Chim. et Phys. T. IX. p. 216. Vergl. Quarterly J- of Science. N. Ser. N. XI. p. 31.

8 V. HUMBOLDT Reisen. D. Ueb. Th. I. p. 496. BREISLAK I- Geol. T. III. p. 403. Eine ausführliche Beschreibung und g- Zeichnung desselben findet man in Philos. Trans. T. LXXV. p. 1-

l beide müssen daher entweder als noch thätige Vulcane oder Solfataren betrachtet werden[1]. Auf *St. Domingo* befindet ı nach BYLANDT PALSTERCAMP[2] ein Vulcan von 5700 F. he, und aufserdem hat die Insel mehrere Solfataren, auch ;en die furchtbaren Verheerungen auf Jamaica durch das ige Erdbeben von 1692 deutlich, dafs auch unter dieser el vulcanische Herde existiren müssen. Im südlichsten eile von America endlich, in Patagonien, wird der *Monte los Gigantes* als Vulcan angegeben[3], und selbst auf dem ıerlande soll nach BASIL HALL[4] ein noch thätiger Vulcan n, noch weiter südlich aber, auf der Insel *Traverse* unter südl. B. und 31° 30′ westl. L. v. G., beobachtete SIMO-rr einen stets rauchenden Vulcan[5], welcher also der süd-ıste unter allen bekannten ist. Hiernach reichen die Vul-e auf der südlichen Halbkugel bis zum 56sten Grade der ite und auf der nördlichen, wenn wir den auf der Insel yen als einen noch thätigen annehmen, bis zum 72sten. f jeden Fall zeigt sich, dafs die Menge der Vulcane in der ıatorischen Zone am gröfsten ist und dafs sie mit zuneh-nden Graden der Breite abnimmt; ob aber in beiden Polar-ıen gar keine weiteren Feuerberge existiren, und auf wel-n physikalischen Gründen diese ungleiche Vertheilung beruhe, se wichtige Frage ist bis jetzt noch nicht genügend beant-rtet worden[6].

Dürfen die sämmtlichen hier genannten Feuerberge als :h thätige gelten, wonach also verschiedene derselben, ob-ich sie in den letzten Jahren und selbst Jahrzehenten keine sbrüche zeigten, dennoch als noch fortdauernd brennende rachtet und auch die bedeutendsten Solfataren nebst den Sal-

1 V. HUMBOLDT a. a. O. S. 34.
2 Théorie des Volcans. Par. 1835. T. I. p. 270.
3 V. HOFF Geschichte der Veränderungen der Erdoberfläche. Th. S. 477.
4 Journ. of Chile and Peru. 1824. T. I. p. 3.
5 Edinburgh Journ. of Science N. II. p. 346.
6 Die meisten bekannten Vulcane hat C. N. ORDINAIRE aufge-lt und ihren Zusammenhang in Gruppen und Reihen auf einer rte durch Zeichnung versinnlicht, s. Histoire naturelle des volcans nprenant les volcans soumarins, ceux de boue et autres phéno-nes analogues. Par. 1802. 8.

miak- und Schwefelbergen mit hinzugezählt würden, so be-trägt ihre Gesammtmenge 297, wovon 26 auf Europa, 14[illegible] Asien und Polynesien, 15 auf Africa und 110 auf Am[illegible] kommen. Die Genauigkeit dieser Angabe läfst sich zw[illegible] keine Weise verbürgen, denn aus den bereits wiederholt [illegible] gegebenen Ursachen kann die Zahl allerdings zu grofs [illegible] sie übertrifft auch die bisherigen Angaben bedeutend; w[illegible] man aber berücksichtigt, wie wenig genau die vulcanisc[illegible] Inseln der grofsen Oceane bisher untersucht worden sind, [illegible] wie häufig noch neuerdings die Seefahrer kleine Inseln mit Fe[illegible] bergen gesehn haben, die den früheren Reisenden entga[illegible] waren, und wie oft Vulcane unerwartet wieder zu toben a[illegible] fingen, die selbst mehr als ein Jahrhundert hindurch für [illegible] loschen galten, so dürfte die Zahl dennoch nicht zu grofs [illegible] scheinen.

Vulcanische Erscheinungen im Allgemein[illegible]

Bei weitem die meisten Vulcane liegen auf Inseln [illegible] auf den Küsten der Continente in der Nähe des Meeres, [illegible] man glaubte daher in früheren Zeiten, das Eindringen [illegible] Seewassers sey nothwendige Bedingung der vulcanischen [illegible] tigkeit, indem dieses namentlich die enorme Menge von D[illegible] und auch von Kochsalz darbiete, die als Erzeugnisse der V[illegible] cane bekannt sind. Diese, hauptsächlich durch Nollet v[illegible] theidigte, Ansicht findet eine genügende Widerlegung d[illegible] einige asiatische Vulcane, welche zu weit entfernt von d[illegible] nächsten Seen oder dem Meere liegen, als dafs an das [illegible] dringen des gesalzenen Wassers zu denken wäre, wie v[illegible] züglich Cordier[1] genügend gezeigt hat. Die beiden B[illegible] auf welche man sich deswegen am meisten bezieht, sind [illegible] *Pé-schan* oder der weifse Berg, welcher nach v. H[illegible] boldt von dem nächsten Meere, dem caspischen, 300, v[illegible] Eismeere 375, vom grofsen Ocean 405 und vom indis[illegible] Ocean 330 geogr. Meilen entfernt liegt[2], und der *Tour*[illegible]

1 Journ. Asiat. T. V. p. 44. Ann. des Mines T. V. p. 135. E[illegible] Phil. Journ. N. VII. p. 156. V. Humboldt's Fragmente u. s. w. S[illegible] Vergl. Ann. de Chim. et Phys. T. XLV. p. 337.

2 V. Humboldt setzt die Entfernung des Pé-schan vom A[illegible] see zu 225 geogr. Meilen. A. a. O.

ɜn Entfernung vom nächsten Meere zwischen 300 und 400 en beträgt. Daſs diese Berge aber wirkliche und noch ʒe Vulcane sind, oder mindestens Solfataren, obgleich sie ɔgsweise nur Salmiak liefern, das wird weder von Cor-, noch von v. Humboldt in Zweifel gezogen. Diese Ent-ng ist zwar beträchtlich gröſser, als die des *Djebel-Kol-i* in Kordofan, dessen Abstand vom nächsten rothen Meere 112 Meilen beträgt, allein auch diese ist immer noch zu, als daſs man ein Eindringen des Seewassers in densel-ür möglich halten könnte. V. Humboldt betrachtet da-uch die Behauptung, daſs die Andes-Kette da keine ne darbiete, wo sie sich vom Meere zurückzieht, als begründet, wie namentlich der *Pic* von *Tolima* be-, welcher der vom Meere entfernten Andes-Kette zuge-Breislak[1] bemerkt auſserdem ganz richtig, daſs eine Verbindung der vulcanischen Herde mit dem Meere unzulässig sey, weil erstere sonst sehr bald gänzlich öscht seyn würden. Betrachtet man dagegen die Lage Beschaffenheit der Vulcane im Allgemeinen, so wird man r Hypothese geführt, daſs vulcanische Kräfte das jetzt e Land, mindestens groſsentheils, durch eine stets fortschreitende Hebung über das Meer erhoben haben, ɛgen im Ganzen die wenigsten Spuren vulcanischer Thä-innerhalb ausgedehnter Continente, die meisten und en aber an Küsten oder auf Inseln angetroffen werden. kommt dann noch der Umstand, daſs feurige Ausbrüche selten im Meere selbst angetroffen und zuweilen blei-Inseln dadurch gebildet werden. Dahin gehört die In-*ular*, nahe bei den Shetlands-Inseln, welche George als den Sitz eines submarinischen Vulcans betrachtet, Ausbruch er selbst im J. 1774 und Bruce 1768 be-ete[2]. Rauch und Flammen hat man oft, namentlich bei in, bei den Azoren, an den Küsten von Kamtschatka, n Ladronen u. s. w. aus dem Meere aufsteigen gesehn; weisendsten aber sind die Entstehungen wirklicher In-ıs dem Meere, z. B. der Insel Sabrina und neuerdings ilien, wovon später die Rede seyn wird. Auch an der

---

Institutions géol. T. III. p. 114.
Journ. de Phys. T. LXXXIX. p. 316.

Küste von Island, in der Richtung des Hecla, sah Bl[...] am 19ten Nov. 1563 unter starkem Getöse und mit begl[...] den Erderschütterungen eine unglaubliche Menge Feu[...] dem Meere aufsteigen, und ein ähnliches Phänomen [...] im J. 1783 beobachtet. Endlich folgert auch Daussy[1] [...] wiederholt verspürten heftigen Stöfsen auf dem Meere, [...] sich etwas südlich vom Aequator unter etwa 24° westl. L. G. zwischen Cap des Palmes und Cap Saint-Roque ein [...] marinischer Vulcan befinde. Zugleich ist ein auf [...] Strecken hin statt findender und selbst unter dem M[...] hin fortlaufender Zusammenhang vieler Vulcane kaum zu zweifeln.

L. v. Buch unterscheidet *Reihenvulcane* und *C[...] vulcane*, wovon die ersteren unter sich, die letzteren mi[...] sie umgebenden zusammenzuhängen scheinen. Einen s[...] Zusammenhang der Vulcane, und dafs nur selten einz[...] lirt angetroffen werden, hat insbesondere A. v. Hu[...] zuerst sehr genau nachgewiesen, dessen Forschungen [...] sem Gebiete der Naturwissenschaften überhaupt zu de[...] sten und gründlichsten zu zählen sind. So gehören [...] die von Neapel und Sicilien zusammen, die der can[...] der azorischen Inseln, der kleinen Antillen, die mexic[...] die von Guatimala und von Quito. Die sämmtlichen V[...] der canarischen Inseln sind blofse Krater eines unter dem M[...] befindlichen Centralvulcans, dessen Brand im 16ten Jah[...] dert abwechselnd auf *Palma*, *Lanzerote* und *Teneriffa* [...] Ausbruche kam. Einen Zusammenhang zwischen dem V[...] den liparischen Inseln und dem Aetna kann man aus [...] wechselnden Ausbrüchen leicht folgern, und vorzüglich [...] solcher bei manchen americanischen Reihen sehr auff[...] die zuweilen das Ansehn haben, als wären sie auf [...] Hohlwege oder einer Spalte emporgetrieben, wobei noch [...] Umstand bemerkenswerth ist, dafs ihre Reihenfolge bald [...] der allgemeinen Reihenfolge der Cordilleren zusamme[...] bald auf dieser fast lothrecht steht. Hiernach würde de[...]

---

1 Compt. Rend. T. VI. p. 512. Poggendorff Ann. XLV. [...]

2 Ueber den Bau und die Wirkungen der Vulcane. Berl. [...] In Berliner Denkschriften. 1822 u. 1823. S. 137. Vergl. Edinburgh [...] Phil. Journ. N. X. p. 222.

ene Theil von Quito nicht aus einzelnen Vulcanen bestehn, dern aus einer gemeinschaftlichen, von Norden nach Süden erstreckenden Wölbung, über welcher der Cotopaxi, Tunhua, Antisana und Pichincha als einzelne Oeffnungen sich iben und aus deren einem oder dem andern die vulcanin Erzeugnisse ihren Ausgang nehmen. Als einen Beweis den innern Zusammenhang mancher Gruppen oder Reihen Vulcanen betrachtet v. HUMBOLDT[1] die Folge und den chsel ihrer Ausbrüche. So war z. B. am 27sten Sept. 6 ein vulcanischer Ausbruch auf Guadaloupe, im Novemfing der Pasto an zu rauchen, am 14ten December war Zerstörung von Cumana und am 4ten Febr. 1797 die von amba, nachdem der 16 franz. Meilen davon entfernte o, gleichsam als sey er verstopft, zu rauchen aufgehört . Auf gleiche Weise erhob sich am 30. Jan. 1811 die Sabrina bei den Azoren mit gleichzeitiger Erschütterung 200 franz. Meilen westlich liegenden Antillen, im Mai n das Erdbeben auf St. Vincent, und hierauf folgten in Mitte Decembers die Erschütterungen im Thale des Mispi und Ohio, die bis 1813 dauerten, wie nicht minder die am 26sten Dec. 1811 anfangenden Erdbeben in Caram 26sten März 1812 die Zerstörung von Caracas und am n April der Ausbruch des Vulcans St. Vincent folgte. e Zerstörungen, die sich über einen Landstrich zwischen nd 36° nördl. B. und 29° bis 89° westl. L. v. G. vereten, betrachtet v. HUMBOLDT[2] als von einem ausgedehnnd tiefen vulcanischen Systeme ausgehend. Mit dem tehen der Insel Sabrina und der Zerstörung von Caracas n zusammen die steten Erdbeben in den Thälern des Mispi, Ohio und Arkansas seit dem 16ten Dec. 1811 und mit unterirdischem Donner verbundenen in Tenessee, Ken-, Neumadrid und Little-Prairie, die bis 1813 dauerten, das Erdbeben, welches Caracas zerstörte, verbreitete sich die Provinzen Venezuela, Varinas, Maracaibo und die rge im Innern des Landes. Eben dahin gehört die weite reitung des Erdbebens von 1755, welches seinen Hauptin Lissabon hatte, und das Auswerfen des Erdpechs ins

1 Reisen. Deutsche Ueb. Th. III. S. 32.
2 Relation histor. Liv. V. chap. 1.

todte Meer bei den Erdbeben in Syrien, wodurch Palästina gegen die zerstörenden Wirkungen der letzteren geschützt wird. Zuweilen scheinen sich die vulcanischen Operationen in langen unterirdischen Zügen weiter zu verbreiten[1], ja aus dem Zusammenhange ausgebrannter und thätiger älterer und neuerer Vulcane liefse sich ohne grofse Schwierigkeit eine fortschreitende Erhebung des gegenwärtig trocknen Landes aus dem Meere nachweisen, wenn es zweckmäfsig wäre, auf eine solche, nothwendig sehr viel Hypothetisches enthaltende Theorie die erforderliche Mühe zu verwenden. Eine neue Ansicht dieses Problems hat Bylandt Palsterkamp[2] aufgestellt, worüber jedoch, so viel ich weifs, die Sachverständigen noch nicht abgeurtheilt haben. Hiernach giebt es zwei vulcanische Centralpuncte, einen orientalischen unter der Insel Celebes und einen occidentalischen im Meer der Antillen über der Insel Jamaica, von welchen beiden aus in Radien, nach der Kreistheilung gezogen, die übrigen Vulcane vertheilt seyn sollen, was jedoch in gröfster Strenge schwer durchzuführen seyn dürfte. Noch schwieriger läfst sich der gleichfalls geäufserte Zusammenhang zwischen den periodischen Winden, so wie den Meeresströmungen und der Lage der Vulcane nachweisen, unmöglich aber ist dieses in Beziehung auf die magnetischen Curven. Einen Zusammenhang aller Vulcane unter einander hat Ordinaire[3] nachzuweisen gesucht, Sickler[4] aber ordnet sie nach Aequator und Meridianen, worauf hier weiter prüfend einzugehn nicht zweckgemäfs seyn dürfte.

Die Erscheinungen, welche tobende Vulcane darbieten, sind einander sehr ähnlich, unterscheiden sich meistens nur durch gröfsere oder geringere Heftigkeit und bestehn im Allgemeinen im Aufsteigen von Rauch, Wasserdampf und Feuersäulen, im Ergusse von Laven und im Auswerfen einer über alle Vorstellung hinausgehenden Menge von Asche, mit kleinen und gröfseren Steinen vermengt, wozu dann insbesondere noch die begleitenden oder vielmehr mit ihnen wechselnden

1 D'Aubuisson Traité de Géognos. T. III. p. 218.

2 Théorie des Volcans. Hauptsächlich T. I. Avant-propos.

3 Histoire naturelle des Volcans. Par. 1802. 8.

4 Ideen zu einem vulcanischen Erdglobus u. s. w. Weimar 1812. 8.

beben kommen. Sie sind so oft und so genau in Schrif- und öffentlichen Blättern beschrieben, dafs eine Mitthei- derselben hier überflüssig erscheinen mufs[1]. Im Allge- nen sind ferner die kleineren Vulcane die unruhigsten, die sten am ruhigsten und selten tobend, aber desto furcht- r, je seltener dieses einmal geschieht. Der Stromboli t unausgesetzt Feuer, Rauch und Asche aus, der Vesuv ig, der Aetna selten und der Pico di Teneriffa zeigte erst einer Ruhe von 92 Jahren wieder einen Ausbruch[2]. Eine chwolke über dem Vesuv erregt kaum Aufmerksamkeit, da ft zwei bis drei Jahre anhaltend raucht und in geringer ge Schlacken auswirft, so dafs man zuweilen nicht unter- iden kann, ob ein solcher Ausbruch während eines Erd- ns in den Apenninen stärker oder schwächer wird, die ane in den Cordilleren dagegen ruhn meistens zehn Jahre darüber, nachdem sie einige Minuten Schlacken ausge- fen haben, und zwischen ihren stärkeren Ausbrüchen lie- meistens 30 bis 40 Jahre Zwischenraum[3]. Die Ursache von ist vermuthlich die, dafs in den unermefslich grofsen men dieser Vulcane die stärksten Verbrennungsprocesse gehn können, ohne dafs die Spuren hiervon äufserlich bar werden, wiewohl auch noch andere Bedingungen hier- mitwirken können. Im Ganzen übersteigen die Wirkun- der gröfseren Feuerberge alle Vorstellungen und Hamil- sagt hierüber mit Recht, dafs 1000 Menschen in 10000 en nicht solche Veränderungen hervorzubringen vermögend würden, als der Vesuv bei seinem Ausbruche im Jahre 4 in wenigen Stunden.

Die vorzüglichsten Ausbrüche des Aetna und des Vesuv bereits oben bei der Nennung dieser Feuerberge erwähnt den, vielleicht giebt es aber überhaupt keine verheerenderen furchtbareren, als die der isländischen, weil diese mit zu den sten gehören und fast alle wegen ihrer Höhe und ihrer

---

1 Vergl. Ducarla in Journ. de Phys. T. XX. Besonders Hamil- a. a. O. Leop. v. Buch in Bibl. univ. T. XVI. p. 227. Nach terem bestehn vier Perioden: 1) Erdbeben; 2) Auswurf von Lava der Seite des Vulcans; 3) Ausbruch der Asche aus dem grofsen ter; 4) das Aufsteigen der Mofetten.

2 Bakewell Einleitung u. s. w. S. 174.

3 v. Humboldt Reisen. Deutsche Ueb. Th. III. S. 29.

aus, von welcher ein Strom schon in 4 Stunden das Meer erreichte, während ein zweiter eine andere Richtung nahm. Alles dieses war von stetem Beben des Bodens und einem starken Aschenregen begleitet, so dafs ein grofser Theil der Insel dadurch verwüstet wurde[1]. Beim Toben des Riesenvulcans *Cotopaxi*, welcher noch 300 Meter höher ist, als wenn man den Vesuv auf den Pico di Teneriffa setzte, erhob sich im Jahre 1738 eine Feuersäule bis zu 900 Meter über den Rand des Kraters, am 4ten April 1764 aber wurde die Luft durch die ausgeworfene Asche so verfinstert, dafs die Bewohner der Städte Hambato und Takunga bis 3 Uhr Nachmittags mit Laternen gehn mufsten. Im Jahre 1803 fing nach mehr als zwanzigjähriger Ruhe die Explosion damit an, dafs nach Verlauf einer einzigen Nacht die sonst mit Schnee bedeckten Wände des oberen Kegels sich in der eigentlichen Schwärze verschlackter Laven zeigten. V. Humboldt und Bonpland hörten im Hafen von Guayaquil, 250 franz. Meilen in gerader Richtung vom Rande des Kraters, das entsetzliche Brüllen des Berges, welches dem Getöse abgefeuerter Batterien glich, und selbst auf der Südsee, südwestlich von der Insel de la Puna, war das Toben gehörbar.

Unter die Wirkungen der Vulcane rechnet man hauptsächlich das Erheben ganzer Strecken und die Bildung neuer Inseln, von denen man glaubt, dafs sie ihre Existenz einem Emporsteigen aus der Tiefe des Meeres verdanken, wie denn anderntheils namentlich Theile der Küsten oder Inseln und letztere ganz in die unter ihnen befindlichen grofsen Höhlen wieder versunken seyn sollen. Sofern wir uns bei diesen Untersuchungen auf historische Thatsachen beschränken müssen, abstrahiren wir zuerst von der Würdigung der neuesten übrigens sehr wahrscheinlichen, geologischen Hypothese, wonach die Gesammtmasse des jetzigen trocknen Landes ursprünglich durch vulcanische Kräfte aus dem die ganze Erde bedeckenden Meere emporgehoben worden seyn soll, so dafs also die Berge am höchsten gehoben worden seyn müfsten[2], und es fragt sich vielmehr, ob seit dem Trockenlegen und während der Erd-

1 Transactions of the New-York Phil. Soc. T. I. p. 315.

2 Vergl. *Geologie*. Bd. IV. S. 1284.

z der grofsen Continente und der Inseln noch solche er- ;ende und zerstörende Wirkungen, wodurch namentlich :e Inseln emporgehoben oder wieder ins Meer versenkt den, durch vulcanische Kräfte hervorgebracht worden sind. Resultate der Untersuchung über den Untergang früher ındener Inseln sind bereits dem Zwecke genügend mitge- lt worden[1] und gehören um so weniger hierher, je schwieri- :s seyn würde, ihren Untergang durch vulcanische zerstörende fte nur wahrscheinlich zu machen. Ungleich gröfsere Wahr- :inlichkeit hat dagegen die Hypothese für sich, dafs einige der, und vorzüglich Inselgruppen, aus dem Meere empor- oben worden sind[2], wie unter andern namentlich von den uten behauptet wird[3]. Auf jeden Fall sind die Verände- ;en, welche das Feuer angerichtet hat, von sehr grofser eutung.

Als Hauptphänomene dieser Art können genannt werden Entstehn von Hügeln und selbst Bergen durch aufge- fte Lava, Steine und Asche. So entstand namentlich im e 1538 auf diese Weise der *Monte nuovo* oder *Monte di ere* bei Puzzuolo, dessen Höhe 2000 Fufs erreicht, bei ei- ı Umfange von einer halben Meile, und dennoch dauerte e Entstehung nur 48 Stunden. Nach gröfster Wahrschein- keit ist der danebenliegende *Monte Barbaro* oder *Gauro* gleiche Weise entstanden[4], so wie im Jahre 1795 ein g auf *Unalaschka*[5]. Die Krater der Vulcane und ihre hsten Spitzen bestehn allgemein aus Lava und Schlacken, inen und Asche, die aus dem Innern der Berge emporge- leudert oder über den Rand geflossen eine Erhöhung zu ge gebracht haben, wenn gleich auf der andern Seite nicht en grofse Massen vom oberen Theile der Vulcane wieder lie Krater hinabstürzen. Im Ganzen scheinen die Feuerberge unten emporgehoben worden zu seyn[6], und dafs solche He-

---

1 Vergl. *Geologie*. Bd. IV. S. 1314.

2 Kant phys. Geogr. Th. II. Abth. 1. S. 438.

3 Kotzebue's Reisen. Th. II. S. 106.

4 Scip. Breislak Topogr. fisica cet. Firenze 1798. Faujas de St. D sur les Volcans. p. 16.

5 Langsdorff's Reisen. Th. II. S. 209.

6 Poullet Scrope ist gegen diese Ansicht und hält die vulcani-

bungen statt finden können, menen der submarinischen Vulc hung des *Jorullo* oder *Xorullo*, uns die genauesten Nachrichten östlich vom Pic von Tancitaro, Küste und 42 Meilen von jedem weiten Ebene, über welche er ausgebreitete, vorher durch ihre Ebene erstreckt sich von den Hüg nach Taipa und Petatlan und hat Meter über der Meeresfläche. Un sonstige Zeichen kündigten an, dafs durch vulcanische Einflüsse gelitten die spätere Katastrophe verwüstete Ebe ausgezeichnet reich durch künstliche Be Pflanzung (*Hacienda*) des San Pedro 1759 hörte man plötzlich ein starkes unter gleitet von heftigen Erderschütterungen, men von 50 bis 60 Tagen sich erneuerten gänzlich aufhörten, als in der Nacht vom das Toben wieder anfing. Die Bewoh Berge von Aguasarco und sahen, dafs ein franz. Quadratmeilen Inhalt, welcher unter pays bekannt ist, blasenartig in die Höhe so dafs sein Rand nur 39 Fufs über die Jorullo emporragt, aber die wachsende Er Mitte bis zu einer Höhe von 524 Fufs wächst zeugen sahen Flammen über einer Fläche von ben Quadratlieue aufsteigen und brennende Fe aufserordentlicher Höhe emporgeschleudert werden Cuitambo und San Pedro stürzten sich in die bren ten, wodurch das Feuer vermehrt zu werden sc Auswurf von Schlamm mit Stücken basaltischer Fe mengt eintrat. Tausende kleiner Kegel, etwa zw

---

schen Kegel für Anhäufungen von ausgeworfenen und vulcanischen Producten; s. Considerations on Volcanos.

1 Essai sur la nouv. Espagne. 3me Liv. T. I. p. géognost. p. 351. Journ. de Phys. T. LXIX. p. 148. Bibl. XLI. p. 389. Edinb. Journ. of Sc. N. VII. p. 50. u. a. a. O.

ich, und aus diesen stiegen heiſse Däm- deren Temperatur zwar stets abnimmt, DT sie im J. 1803 noch = 95° C., auch Fumarola, aus welcher dicker Dampf e aufstieg. Die Eingebornen nennen sie Mitten zwischen diesen Fumarolen erho- assen von 100 bis 500 Meter über der höchste bildet jetzt den Vulcan Jorullo, brennen und vulcanische Producte auszu- hre 1760, von welcher Zeit an seine Thä- daſs die Einwohner wiederkehrten, ob- Asche bis auf 48 franz. Meilen fortgetrieben die Gegend wieder mit Vegetabilien überzo- itze, die anfangs wegen der heiſsen, aus den nden Luft sehr bedeutend war, hat sich bis ert, und nach dem Zeugnisse von Bullock, päter besuchte[1], ist selbst die Temperatur der Quellen bedeutend herabgegangen, weil nach sich allmälig abkühlt. Man zeigt noch jetzt mba und San Pedro, die in jener Nacht ver- aber etwa 2000 Meter mehr westlich in der Hornitos als klare Mineralquellen hervorbre- BOLDT fand ihre Wärme noch 52°,7. In je- t auch ein Morast, etwa 9 Schritte breit, mit sättigten Schwefelwasserstoff-Quelle. Der Jo- sich übrigens ganz der Kette der mexicani- ne an. Scrope hält die Entstehung dessel- gewöhnliche Aufhäufung vulcanischer Massen, ichten der bei weitem meisten Geognosten, vorzüg- digt durch L. v. Buch[2], sind hiervon verschie- nach diesen sind die Krater der meisten Vulcane herauf gehoben und bloſs ihre Oberfläche ist mit n Producten bedeckt. Hierfür entscheiden insbe- e Hebungen der Schichten, die man beim Hinein-

---

rgl. Lyell's Principles of Geology. T. I. p. 378.

erliner Denkschr. 1819 u. 20. Ueber die canar. Inseln a. v. gendorff's Ann. XXXVII. 169. Edinb. New Phil. Journ. N. . 190.

bungen statt finden können, dieses zeigt, aufser den Ph
menen der submarinischen Vulcane, hauptsächlich die E
hung des *Jorullo* oder *Xorullo,* worüber Al. v. Humb
uns die genauesten Nachrichten mitgetheilt hat. Dieser
östlich vom Pic von Tancitaro, 36 franz. Meilen von
Küste und 42 Meilen von jedem thätigen Vulcane auf
weiten Ebene, über welche er 517 Meter emporragt.
ausgebreitete, vorher durch ihre Fruchtbarkeit ausgezeich
Ebene erstreckt sich von den Hügeln von Aguasarco bis
nach Taipa und Petatlan und hat eine Höhe von 750 bis
Meter über der Meeresfläche. Umgebende Basalthügel
sonstige Zeichen kündigten an, dafs die Gegend schon fr
durch vulcanische Einflüsse gelitten haben müsse. Die d
die spätere Katastrophe verwüstete Ebene, sehr fruchtbar
ausgezeichnet reich durch künstliche Bewässerung, gehörte
Pflanzung (*Hacienda*) des San Pedro de Jorullo. Im J
1759 hörte man plötzlich ein starkes unterirdisches Getöse,
gleitet von heftigen Erderschütterungen, die in Zwisch
men von 50 bis 60 Tagen sich erneuerten, im Septemb
gänzlich aufhörten, als in der Nacht vom 28sten auf den 29
das Toben wieder anfing. Die Bewohner flohen auf
Berge von Aguasarco und sahen, dafs ein Tractus von
franz. Quadratmeilen Inhalt, welcher unter dem Namen M
pays bekannt ist, blasenartig in die Höhe gehoben w
so dafs sein Rand nur 39 Fufs über die Ebene Playas
Jorullo emporragt, aber die wachsende Erhebung in ih
Mitte bis zu einer Höhe von 524 Fufs wächst. Die Au
zeugen sahen Flammen über einer Fläche von etwa einer h
ben Quadratlieue aufsteigen und brennende Felsstücke bis
aufserordentlicher Höhe emporgeschleudert werden. Die Fl
Cuitambo und San Pedro stürzten sich in die brennenden Sp
ten, wodurch das Feuer vermehrt zu werden schien und
Auswurf von Schlamm mit Stücken basaltischer Felsarten ve
mengt eintrat. Tausende kleiner Kegel, etwa zwei bis dr

---

schen Kegel für Anhäufungen von ausgeworfenen und ausgeflossen
vulcanischen Producten; s. Considerations on Volcanos. A. a. O.

1 Essai sur la nouv. Espagne. 3me Liv. T. I. p. 248. Ed
..., p. 351. Journ. de Phys. T. LXIX. p. 148. Bibl. Brit. T.
339. Edinb. Journ. of Sc. N. VII. p. 50. u. a. a. O.

r hoch, erhoben sich, und aus diesen stiegen heifse Däm-
nd Gasarten auf, deren Temperatur zwar stets abnimmt,
fand v. Humboldt sie im J. 1803 noch = 95° C., auch
eder eine kleine Fumarola, aus welcher dicker Dampf
1 15 Meter Höhe aufstieg. Die Eingebornen nennen sie
ı (*Hornitos*). Mitten zwischen diesen Fumarolen erho-
ich 6 grofse Massen von 100 bis 500 Meter über der
ten Ebene; die höchste bildet jetzt den Vulcan Jorullo,
er fortfuhr, zu brennen und vulcanische Producte auszu-
n, bis zum Jahre 1760, von welcher Zeit an seine Thä-
it abnahm, so dafs die Einwohner wiederkehrten, ob-
h anfangs die Asche bis auf 48 franz. Meilen fortgetrieben
. Allmälig ist die Gegend wieder mit Vegetabilien überzo-
vorden, die Hitze, die anfangs wegen der heifsen, aus den
rolen strömenden Luft sehr bedeutend war, hat sich bis
sehr vermindert, und nach dem Zeugnisse von Bullock,
lie Gegend später besuchte[1], ist selbst die Temperatur der
r so heifsen Quellen bedeutend herabgegangen, weil nach
ors die Lava sich allmälig abkühlt. Man zeigt noch jetzt
Flüsse Cuitamba und San Pedro, die in jener Nacht ver-
n, jetzt aber etwa 2000 Meter mehr westlich in der
ebung der Hornitos als klare Mineralquellen hervorbre-
. V. Humboldt fand ihre Wärme noch 52°,7. In je-
Gegend ist auch ein Morast, etwa 9 Schritte breit, mit
r sehr gesättigten Schwefelwasserstoff-Quelle. Der Jo-
schliefst sich übrigens ganz der Kette der mexicani-
n Vulcane an. Schope hält die Entstehung dessel-
für eine gewöhnliche Aufhäufung vulcanischer Massen,
die Ansichten der bei weitem meisten Geognosten, vorzüg-
vertheidigt durch L. v. Buch[2], sind hiervon verschie-
, denn nach diesen sind die Krater der meisten Vulcane
innen herauf gehoben und blofs ihre Oberfläche ist mit
anischen Producten bedeckt. Hierfür entscheiden insbe-
dere die Hebungen der Schichten, die man beim Hinein-

---

1 Vergl. Lyell's Principles of Geology. T. I. p. 378.

2 Berliner Denkschr. 1819 u. 20. Ueber die canar. Inseln s. v. Poggendorff's Ann. XXXVII. 169. Edinb. New Phil. Journ. N. II. p. 190.

steigen in die Krater wahrnimmt, die Lava fliefst aufser-
zu schnell, um bei der starken Neigung der Flächen sol-
Kegel mehr als eine dünne Schicht der glühenden Masse zu-
rückzulassen, die übrigen ausgeworfenen Substanzen rollen
gleichfalls zu sehr herab. Zuweilen haben aufserdem Beob-
achter bemerkt, dafs die Lava diejenigen Stellen des Berg-
wo sie durchbricht, in die Höhe hebt und dadurch beträcht-
liche Hügel bildet, wie am Aetna im J. 1669 und beim Ve-
suv 1760 der Fall war[1]. Alle Felsarten, selbst die Urgebirg-
nicht ausgenommen, findet man auf diese Weise gehoben und
durchbrochen. Der Monte nuovo ist hiernach keine Aufhäu-
fung von Schlacken, sondern ein auf gleiche Weise entstan-
dener Krater, ein sogenannter *Erhebungskrater* (*cratère d'élé-
vation; crater of elevation*). Es würde überflüssig seyn, di-
vielen von den neueren Geologen auf unleugbare Thatsachen
gestützten Beweise für die Hypothese einer solchen von in-
nen bewirkten Hebung der gewölbeartig aufgetriebenen vulca-
nischen Berge hier zusammenzustellen[2], woraus zugleich her-
vorgeht, dafs die hierdurch bewirkten Veränderungen vie-
ler Theile der Erdoberfläche ungleich bedeutender sind, al-
diejenigen, die durch Ausbrüche offener Krater angerichtet wer-
den. Man begreift auch leicht, wie v. HUMBOLDT[3] richtig
bemerkt, dafs die im Innern sich entwickelnden elastischen
Flüssigkeiten die Erde vor der Eröffnung der Krater stärker
heben mufsten, da noch jetzt Oeffnungen gegen die Wirkun-
gen der Erdbeben schützen.

Aehnlichen Hebungen verdanken die neu entstandenen In-
seln ihren Ursprung, auch lassen sich Thätigkeitsäufserungen
der submarinischen Vulcane darauf zurückbringen. Von vie-
len, durchaus vulcanischen Inseln ist diese Entstehungsart im
höchsten Grade wahrscheinlich, von andern aber ist sie that-
sächlich erwiesen worden. In der Nähe der Insel *St. Erini* im
griechischen Archipelagus häuften sich schon im J. 726 die
vulcanischen Substanzen durch einen Ausbruch unter dem
Meere zu einer bedeutenden Masse, wurden 1427 und 163-

1 BREISLAK Instit. Geol. T. III. p. 134.

2 S. BISCHOF in Edinburgh New Phil. Journ. N. LI. p. 64.

3 Poggendorff's Ann. XLIV. 199. Vergl. Edinb. New Phil. Journ. N. XXIII. p. 197.

i einem Erdbeben beträchtlich vermehrt und wuchsen 1707 einer kleinen Insel an[1]. Nach den Zeugnissen der Alten mmt man an, dafs die Insel *Santorin* und einige benachrte des griechischen Archipelagus aus dem Meere emporgeben worden sind, auch wird behauptet, dafs in den Jahren 1707 1708 bei einem Erdbeben eine neue Insel unweit der gröen aus dem Meere entstanden sey[2]; Andere ziehn dagegen Sicherheit dieser Nachrichten in Zweifel und betrachten Veränderungen dieser Insel während der historischen Zeit hr als ein Zerreifsen derselben und als ein Niedersinken nzelner Theile[3], was auch an andern Orten zuweilen vormmt. Leopold v. Buch[4] setzt dagegen das Entstehn eir neuen Insel in jener Gegend nach den Angaben von Virt[5] aufser allen Zweifel. Hiernach erhebt sich die Insel ischen Mikro-Kameni und dem Hafen von Phirae auf Sanin allmälig aus dem Meere. Im Jahre 1810 war sie noch Ellen unter der Oberfläche des Meeres, als aber im Jahre 30 Virlet und der Obrist Bory die Tiefe mafsen, betrug se nur noch etwa 4 Ellen, und seitdem hat sie so sehr genommen, dafs sie nach der neuesten Messung des Admis Lalande im September 1835 nur noch zwei Ellen begt, wonach man das Erscheinen der Insel, deren Gipfel 00 Fufs von O. nach W. und 1500 Fufs von N. nach S. st, gegen 1840 erwartet[6]; in geringer Entfernung von derben ist aber die Tiefe sehr grofs, wonach man eine steil allende Insel zu erwarten hat. Sicher ausgemacht ist das ntstehn einer kleinen Insel in der Nähe der aleutischen In- Umnak. Auf letzterer befand sich der russische Agent ukof im Jahre 1796 und sah einige Tage hindurch stara Rauch und Feuerflammen aus dem Meere aufsteigen, demchst eine schwarze Spitze zum Vorschein kommen, welche ser auswarf und fortwährend an Gröfse zunahm. Im Jahr 04 wurde sie von Jägern besucht, die sie noch heifs fann, 1817 aber hatte sie eine Höhe von 350 Fufs und einen

1 Phil. Trans. T. XXVI. p. 68.
2 Sonnini Reise nach Griechenland u. d. Türkei. S. 119.
3 Vergl. d'Aubuisson Traité de Géogn. T. I. p. 405.
4 Poggendorff's Ann. XXXVII. 183.
Bullet. de la Soc. géol. de France. T. III. p. 109.
L'Institut. 1836. N. IV. p. 169.

Umfang von 2,5 Meilen[1]. Ganz dieser Erfahrung ähnlich eine andere, welche Pöppig[2] mittheilt. Im Jahre 182 blickte man vom americanischen Schiffe des Capitains T in 30° 14' südl. B., 178° 15' östl. L. v. G. eine unbek kleine Insel, aus deren Mitte sich ein dicker Rauch er Die Mannschaft eines sich nähernden Bootes sah einen sch zen, von aller Vegetation entblöfsten Felsen, welcher k einige Fuſs über das Wasser emporragte. Um das Boot die Untiefe zu ziehn, sprangen die Matrosen ins Wasser, k ten aber augenblicklich erschreckt zurück, weil das h Wasser ihre Füſse empfindlich verbrannt hatte. Man sah Rauch aus mehreren Spalten dringen, der Krater hatte Schritt im Durchmesser und der submarinische Felsen z sich so steil, daſs schon bei 100 Faden Entfernung kein G zu finden war, und dennoch betrug die Wärme des Wa auf 4 engl. Meilen Entfernung 5° bis 8°,3 C. mehr, als die wöhnliche unter dieser Breite. Hierher gehört ferne grofse basaltische, aus dem Meere gehobene Masse, *Tri d'Acunha* genannt, im südlichen atlantischen Meere, we der Capitän Carmichael im Jahre 1816 untersuchte. Sie 9 Lieues im Umfange bei einer Höhe von 8000 Fuſs; Rand des mit Wasser gefüllten Kraters aber hält 150 F im Durchmesser[3]. Am 12ten Febr. 1839 bemerkte Escor Commandant einer chilesischen Brick im Südmeere, Valpa gegenüber ein Erdbeben, gegen Abend aber erhob sich Felsen aus dem Meere, um welchen herum mehrere In chen, hauptsächlich in der Richtung von S. nach N., em kamen. Die ganze Gruppe hatte eine Ausdehnung von un fähr 9 engl. Meilen, die höchste Spitze ragte etwa 400 Fuſs den Meeresspiegel hervor, auch zeigten sich bei Nacht ähnl feurige Erscheinungen, als bei vulcanischen Ausbrüch Auſser dieser, aus öffentlichen Blättern entnommenen Na richt ist bis jetzt noch nichts weiter über diese Inselchen kannt geworden.

---

1 Kotzebue's Reise. Th. II. p. 106.

2 Dessen Reise. S. 164. L. v. Buch a. a. O.

3 Aus Trans. of the Linn. Soc. T. XII. in Bylandt Palst Théorie des Volcans. T. II. p. 327.

4 L'Institut. 7me Année N. 290. p. 248.

Solche aus dem Meeresboden emporgehobene Inseln er-
en zuweilen die Oberfläche des Wassers nicht, und in
n Falle sieht man blofs Flammen und Rauch aufsteigen,
ilen aber erheben sie sich wirklich aus dem Meere, er-
n sich längere oder kürzere Zeit und sinken dann wie-
n die Tiefe hinab. Als merkwürdigstes Beispiel dieser
ann das wiederholte Entstehn und Untergehn einer klei-
nsel neben der azorischen St. Miguel betrachtet werden;
hob sich, der früheren möglichen oder wahrscheinlichen
nicht zu gedenken, bereits im Jahre 1628 und 1721,
aber beide Male wieder unter[1], im J. 1811 aber kam
ieder empor und schien so bedeutend, dafs der Capi-
Tillard sie *Sabrina* nannte und für England in Besitz
, worauf sie jedoch abermals verschwand. Ihre Gröfse
g damals 900 Toisen Durchmesser und 15 Toisen Höhe[2].
t kam sie im J. 1819 unter furchtbaren vulcanischen
üchen abermals empor, erhielt sich aber nur kurze Zeit[3],
ihr Besitz dürfte daher nicht eben von Wichtigkeit zu
scheinen, bis sie erst mehr bleibende Dauer erhalten hat.
sland, namentlich während des heftigen Erdbebens 1783,
an mehrere Inseln aus dem Meere emporkommen gesehn,
ber nach kurzer Zeit wieder untergingen[4]. Es liegt übri-
in der Natur der Sache, dafs solche blasenartig aufge-
ne Gewölbe unter gegebenen Umständen wieder einstür-
wovon es mehrere Beispiele giebt. So versank im J.
der auf 15 Meilen sichtbare Pic auf Timor[5] und 1772
berg nebst mehreren Dörfern auf Java, im Ganzen aber
solche Katastrophen in der Geschichte der Vulcane nicht
selten[6].

Die neueste, allgemein mit höchstem Interesse aufgenom-

V. Humboldt Reisen. Deutsche Ueb. Th. III. S. 5. Montagne, Consul in Lissabon, erzählt von dem Entstehen dieser Insel im 1, die aber 1722 wieder unterging. Bibl. univ. 1837. l'Institut. n. N. 223. p. 96.

Philos. Trans. 1812. p. 153. G. XLII. 405.

Brugnatelli Giorn. 1821. p. 13.

Zimmermann Taschenbuch der Reisen 1809. S. 2. V. Hoff derungen d. Erdoberfläche. Th. II. S. 394.

Ordinaire Hist. Nat. des Volcans. p. 180.

Buffon Hist. Nat. Suppl. I. p. 387. V. Hoff a. a. O. Th. II.

Fig. 298. mene Nachricht über eine neu entstandene Insel betrifft d-
jenige, welche sich im J. 1831 in der Nähe von Si-
zwischen dieser Insel und Pantellaria in 37° 7',5 nördl. B.
44' östl. L. v. G. erhob[1]. Am 11ten Juli spürte man
einige leichte Erdstöfse an der Küste von Sciacca nach
sala, 14 Tage später aber wurde die Luft trübe und ver-
tete einen Geruch nach Schwefel, eine Folge des vom 1
dieses Monates ungefähr 25 engl. Meilen südlich von Sc-
wahrgenommenen, mit Getöse aus dem Meere aufstei-
den Rauches. Schon am 19ten Juli zeigte sich der
erst etliche Fufs hohe Krater über dem Meere, da w-
auf einem englischen Schiffe schon am 26sten März
Erdstöfse verspürt haben wollte. Vom 19ten Juli bis
Aug. war der Vulcan stets thätig und wurde aus Neug-
hauptsächlich von Malta aus, wohl täglich beobachtet,
er noch am 15ten in voller Thätigkeit erschien, am
aber gänzlich ruhte. Später, vom 20sten Aug. bis
Sept., konnte der entstandene Vulcan betreten werden,
war es möglich ihn zu zeichnen und seine Gröfse a-
Fig. 298. sen. Nach engl. Mafs betrug der Umfang der neue
3240 Fufs, ihre gröfste Höhe 150 Fufs und der Umf-
Kraters 780 F. Der Capitän Wodehouse, welcher
Messungen veranstaltete, fand die Oberfläche ziemlich
kühlt, gänzlich mit Asche und verbrannten Massen b-
ohne alle Lava; im Krater war schmuziges Salzwasser
93° C. Wärme enthalten, aus welchem stets Wasserdam-
Gasblasen aufstiegen. So weit man sondiren konnte, h-
Wasser nicht mehr als etwa 3 bis 4 Fufs Tiefe und d-
ter war augenscheinlich durch die vom Rande hinein-
nen Massen ausgefüllt. Sonstige Veränderungen im V-
der benachbarten Vulcane konnten nicht mit Sicherheit

---

1 Unter den vielen Berichten nenne ich vorzugsweise d-
John Davy in Philos. Trans. 1832. p. 237 ff. Edinb. New Phil.
N. XXII. p. 365. und von Gemmellaro in v. Leonhard und
Jahrbuch 1832. S. 62., so wie dessen Relazione dei fenomeni d-
vo Vulcano sorto dal mare fra la costa di Sicilia e l'isola di
laria nel mese di Luglio 1831. Catania 1831. Eine Zusammen-
der wichtigsten Nachrichten über diese Insel, die *Corrao*,
Isola Ferdinandea, *Graham Island*, *Hotham Island* und *Julia*
wurde, findet man in Poggendorff's Ann. XXIV. 65.

en, obgleich manche, nachher unbegründet befundene richten darüber verbreitet wurden. Als John Davy den in während seiner gröfsten Thätigkeit selbst besuchte, ır dicken weifsen Dampf aufsteigen, welcher sich in der bis auf eine geringe bleibende Trübung gänzlich auflöste, chselnd mit dicken schwarzen Rauchmassen, die bis zu , ja wohl 4000 Fufs Höhe emporgetrieben wurden, und schien sich auch zuweilen eine nur wenig helle Flamme igen. Die See umher war an der Windseite völlig klar, igende Blasen wurden nicht wahrgenommen, das unterhe Getöse war nicht bedeutend, glich am meisten dem schwere Lastwagen erzeugten und wurde durch den ır, welcher in verschiedenen Richtungen als Folge der Eruptionsatmosphäre ausbrechenden Blitze hörbar war, übertroffen. Von einer Entzündung des etwa in dem fe vorhandenen Wasserstoffgases zeigte sich keine Spur, dem Winde aber war die See trübe und eine Menge nebst verbrannten Substanzen schwamm in und auf dem r. Befand sich Davy im Aschenregen selbst, so fand er durchaus nicht warm, eher schien der ihn herbeiführ Wind kalt zu seyn, die Substanz war trocken und :kte nach etwas Salz, ein bituminöser Geruch oder ein Geıch Schwefelwasserstoffgas war nicht vorhanden, wohl aber en nach Schwefel. Während einer erfolgenden gänz- Ruhe konnte man sich der Insel ganz nähern und die des Meeres messen, die nahe bei derselben acht Faden en wurde; die wieder beginnende Thätigkeit kündigte ırch ein Getöse an, und unmittelbar darauf folgte ein rf von Dampf, Asche und Schlacken, wobei auch selbst ser Nähe keine Zeichen vorhandener erstickender oder iechender Gase vorhanden waren, obgleich die aufsteiMasse eine vollkommene Finsternifs erzeugte. Der ch dauerte nur wenige Minuten, doch waren die Beden durchaus bedeckt mit Salzwasserdampf, kleinen leln und nasser Asche. In der folgenden Nacht konnte ei einer bedeutenden Thätigkeit des Vulcans deutlich en wahrnehmen, doch waren sie nicht hell, und die orfene Asche konnte nicht mehr als dunkelroth glühend das Getöse war indefs bedeutend stärker und glich den ionen schweren Geschützes. Der englische Capitän

SENHOUSE betrat die Insel zuerst am 2ten August und na sie *Grahamsinsel.* Die untersuchten Producte, meistens ... und poröse Lava, enthielten sämmtlich Salze, wie de Seewassers, und etwas Schwefel; kohlenstoffhaltige Substa freie Säuren und Salze waren nicht vorhanden; die Be theile im Allgemeinen waren Thon, Kalk, Magnesia und selerde, gefärbt durch Eisen-Protoxyd; das aufsteigende bestand aus Kohlensäure, Stickgas, wenig Sauerstoffgas etwas Schwefelwasserstoffgas, doch glaubt DAVY, daß Stickgas und Sauerstoffgas beim Füllen der Flaschen au Atmosphäre hinzugekommen sey und daſs bloſs die b andern dem Vulcane zugehören. Nach dem Monat A veränderte sich die Gestalt des Kraters fortwährend un Insel verschwand allmälig im December desselben Jahres rend heftiger Stürme[1].

Es herrscht sehr allgemein der Glaube an einen Zu menhang zwischen der Witterung und den Ausbrüche Vulcane, ja Manche sind geneigt, bei ungewöhnlich Barometerständen und heftigen Stürmen diese mit dem selbst weit entfernter Feuerberge in Verbindung zu s Der innige Zusammenhang zwischen den vulcanischen T keiten und den Erdbeben unterliegt keinem Zweifel, darf daher hier zur Erledigung dieser Aufgabe noch er werden, wie oben bereits erörtert wurde[2], daſs sich wechselseitiger Einfluſs zwischen der Witterung und den beben nachweisen läſst und man daher berechtigt ist, dieses auch auf die vulcanischen Ausbrüche anzuwenden ſser dem dort angegebenen Resultate der Untersuchung GRONAU hat KÄMTZ[3] noch diejenigen zusammengestel che v. HOFF[4], HOFFMANN[5], MERIAN[6], ARAGO[7] und

1 Einige sonstige Hebungen, z. B. am Fuſse des *Gunong* Banda, eine noch gröſsere auf *Ternate* u. a. übergehe ich. v. LEONHARD über Basaltgebilde. Th. II. S. 165.

2 S. Art. *Erdbeben.* Bd. III. S. 806.

3 Lehrbuch d. Meteorologie Th. III. Halle 1836. S. 536.

4 Poggendorff's Ann. XXXIV. 104.

5 Ebendaselbst. XXIV. 52.

6 Ueber die in Basel wahrgenommenen Erdbeben und d beben überhaupt. Basel 1834. 4.

7 Annales de Chimie et Phys. T. XLII. p. 409.

¹ gefunden haben, wodurch die bereits erwähnte Folgerung llkommene Bestätigung erhält. So wie von den Erdbe-ı, kann man auch von den vulcanischen Ausbrüchen sagen, s sie von den Jahreszeiten und den Wechseln der Witte-g ganz unabhängig sind und auf den Zustand der At-sphäre im Ganzen keinen Einfluſs ausüben, weil das Luft-ır viel zu groſs ist, als daſs ein im Verhältniſs hierzu ner Feuerberg eine auf beträchtliche Entfernung merkbare änderung hervorzubringen vermöchte. KRIES[2] ist dersel-Meinung, und daſs die Erdbeben, sowie die vulcanischen brüche, keinen Einfluſs auf den Barometerstand haben nen, ist bereits durch v. HUMBOLDT[3], RULIN[4] und Andere ügend nachgewiesen worden. Dagegen ist aus der Erfah-g hinlänglich bekannt, daſs die unglaubliche Menge des den Vulcanen aufsteigenden Wasserdampfes in nächster gebung wässerige Niederschläge mit den sie begleitenden ten und Gewittern erzeuge, auch ist bereits als kaum zwei-ſt zugestanden, daſs namentlich der Höhrauch im Jahre 3 eine Folge der vulcanischen Ausbrüche auf Island gewe-sey. War jener Sommer indeſs durch Hitze und Dürre ezeichnet, so kann dieses nicht als Folge des trocknen els betrachtet werden, sondern letzterer konnte nur unter gegebenen Bedingungen sich so weit verbreiten, da er h Nässe vielmehr niedergeschlagen worden seyn würde. Wenn behauptet wird, die Vulcane seyen thätiger bei feuchtem trübem Wetter, und namentlich rauche dann der Strom-stärker, so zeigt KÄMTZ sehr einfach die hierbei zum de liegende Täuschung; denn die Menge des aus den ern aufsteigenden Wasserdampfes wird in feuchter und r Luft nicht so leicht und schnell aufgelöst, als in trock-und heiterer, der erzeugende Vulcan ist daher dann nur nbar in gröſserer Thätigkeit.

Den Zusammenhang der *Erdbeben* mit den Processen im n der Vulcane, wo nicht ausschlieſslich, doch haupt-

---

Naturgeschichte von Chili. S. 29.

² F. KRIES de nexu inter terrae motus vel montium ignivomo-ruptiones et statum atmosphaerae. Acta Soc. Jablon. Nova. Lips. 4. T. IV. p. 40.

³ Voyage T. I. p. 311. Ann. de Chim. et Phys. T. IV. p. 190.

⁴ Ann. de Chim. et Phys. 1829. Dec. p. 412.

sächlich der noch thätigen, im Einzelnen nachzuweisen ve-
lohnt sich kaum der Mühe, da die Sache wegen der gro
Menge der hierüber vorhandenen Thatsachen für allgemein b-
kannt gelten kann, auch ist das Wichtigste, was sich hie
bezieht, bereits in einem eigenen Artikel[1] und oben bei d
Erwähnung des Zusammentreffens beider Phänomene nach v
Humboldt's Ansicht gesagt worden. Eine nähere Betrach-
tung verdienen jedoch die durch Hoffmann[2] mitgetheilten R-
sultate aus den 40 Jahre hindurch, von 1792 bis 1832, v
Piazzi und Cacciatore zu Palermo geführten meteorolo-
schen Registern. Aus diesen ergiebt sich, dafs von den S
während dieser Periode angemerkten Erdbeben eine verhält-
nifsmäfsig grofse Menge in den März fällt, ohne dafs d
Herbstnachtgleichen sich durch eine gröfsere Zahl derselbe
merklich auszeichnen. Ein merklicher Einflufs der Erdbeb
auf den Stand oder die Schwankungen des Barometers g
auch aus diesen Beobachtungen nicht hervor, höchst inte
sant sind aber die Resultate, die sich in Beziehung auf d
Richtung der Erdbeben ergeben. Um diese zu bestimmen
dient der von Cacciatore erfundene *Sismograph*[3] (v
σεισμός, Erschütterung und γράφω, ich schreibe) ein hölzern
Fig. 294. kreisrundes, etwa 10 Zoll im Durchmesser haltendes fla
Becken, welches am Rande von 8 Löchern durchbohrt i
die mit ebenso vielen im äufseren dicken Wulste eingeschn
nen Rinnen verbunden sind. Unter einer jeden Rinne st
ein Becher, und diesemnach ruht der Apparat vermittelst d
ser Becher auf einer starken Bodenplatte, die an einem g
zufällige Erschütterungen möglichst gesicherten Orte so h
stellt wird, dafs die Richtung der Löcher mit den Weltge
den zusammenfällt. Durch die Erderschütterungen wird d
Quecksilber in dem Becken nach denjenigen Löchern hing
trieben, die in der Richtung der Erdstöfse liegen, und hie
nach ergab sich in 27 Fällen diese viermal von S. nach N

1 S. Art. *Erdbeben*. Bd. III. S. 800.

2 Poggendorff's Ann. XXIV. 49.

3 Ein ähnlicher Apparat, *Sismometer* genannt, vermittelst d
sen die Stärke der Erdbeben durch die Menge des ausgeschleude
Quecksilbers gemessen wird, ist von Coulier angegeben, s. l'Ins
1834. N. 49.

ınso oft von SW. nach NO. und neunzehnmal von O. nach
., so dafs man wegen der letzteren überwiegend grofsen
ıl nicht wohl umhin kann, die Ursache der Erderschütte-
ıgen in dem Herde des östlich von Palermo liegenden Aetna
suchen. Vor dem gewaltsamen Ausbruche dieses Vulcans
Jahre 1819 gingen eine Menge Erschütterungen voraus,
lche sämmtlich die Richtung von O. nach W. hatten, und
dem Emporkommen der kleinen Insel in 70 Miglien Ent-
nung lagen die Richtungen der Erdbeben in einer nach je-
Gegend hin sich erstreckenden Linie. Nach Bischof[1]
ken die Erdbeben zerstörender auf lose als auf feste Fels-
n und haben, von Vulcanen ausgehend, häufig die Rich-
g der Bergzüge; Boussingault[2] aber meint, dafs die zahl-
chen Erdbeben in America zum grofsen Theile von Ein-
rzen herrühren, indem die blasenartig emporgehobenen
ssen wieder in die unter ihnen entstandenen Höhlungen
abfallen.

Vulcanische Erzeugnisse.

Die Vulcane ruhn selten gänzlich, und es läfst sich zu-
ilen kaum bestimmen, ob sie noch zu den thätigen zu zäh-
ı sind; bei weitem die meisten toben nach unbestimmbaren
rischenzeiten mit grofser Heftigkeit, stofsen aber stets Däm-
ı und Gasarten aus, und zwar viele in solcher Menge, dafs
n sie ohne Unterlafs dampfen sieht. Vor einem eigentli-
n Ausbruche geht fast allezeit eine Erderschütterung vor-
r, der aufsteigende Rauch nimmt an Menge und Dichte bis
Unglaubliche zu, man hört unterirdisches starkes Getöse
d mit einem heftigen Knalle entzündet sich die Masse der
fsteigenden elastischen Flüssigkeit, worauf dann das Aus-
rfen der feurig-flüssigen und glühenden Substanzen folgt.
ese Erscheinungen sowohl, als auch die Erzeugnisse der
ıerspeienden Berge unterscheiden sich zwar sehr durch ihre
ofsartigkeit und Menge, sind aber im Ganzen mindestens
ır ähnlich, und es ist daher zulässig, die vulcanischen Pro-
cte im Allgemeinen aufzuzählen[3].

---

1 Edinburgh New Philos. Journ. N. LII. p. 353.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. LVIII. p. 83.

3 Zu den älteren Untersuchungen der vulcanischen Producte gehört

1) Die Menge der aus den Kratern tobender Vulcane aufsteigenden *elastischen Flüssigkeiten* übersteigt alle Vorstellung, wie sich leicht ergiebt, wenn man berücksichtigt, dafs diese nicht selten bis zu einer Höhe von mehr als einer halben geographischen Meile emporgeschleudert werden[1]. Bei weitem der gröfste Theil hiervon ist Wasserdampf, dessen Niederschläge durch erfolgte Abkühlung die zahlreichen Blitze in der unermefslichen Rauchmasse und förmliche Gewitter nebst Regenschauern erzeugen, wovon bereits oben beim Vesuv ein auffallendes Beispiel angeführt worden ist. Die zugleich aufsteigenden sogenannten permanenten Gasarten sollen aus Wasserstoffgas und Kohlensäure mit schwefliger und Salzsäure vermischt bestehn[2]; inzwischen ist es kaum möglich, diese Gasarten zur näheren Untersuchung aufzufangen, und die eigentliche Beschaffenheit derselben wurde daher noch nicht mit hinlänglicher Genauigkeit untersucht. John Davy fand in dem Gasgemenge, welches aus dem neuen Vulcane bei Sicilien ausströmte, kein Wasserstoffgas, konnte auch nicht bemerken, dafs die Blitze in der Dampfmasse irgend eine Entzündung dieses so leicht verbrennlichen Stoffes bewirkten, und die Anwesenheit desselben wird daher überhaupt zweifelhaft. Von der andern Seite aber läfst sich kaum denken, dafs die in starker Glühhitze befindlichen Substanzen im Innern der Vulcane

---

die von T. Bergmann in Nov. Acta Reg. Soc. Ups. T. III. und Opusc. T. III. p. 200. Nach G. Bischof zeigen sich die Vulcane in drei verschiedenen Stadien. Im ersten liefern sie Lava, Asche u. s. w. nebst Wasserdampf, im zweiten als *Solfataren* Wasserdämpfe, Kohlensäure und Schwefelwasserstoffgas, im dritten blofs Kohlensäure. S. die Wärmelehre des Innern unserer Erde. Leipz. 1837. S. 336. Über die Erzeugnisse der Vulcane s. Maravigna in Giorn. di Scienze cet. per la Sicilia. N. III. p. 223. N. IV. p. 8.

1 Eine werthvolle Angabe hierüber ist die von Vargas Bedemar in: Om vulkaniske Producter fra Island. Kiöb. 1817, wonach die Feuer- und Rauchsäule von Island im J. 1783 auf 34 Meilen Entfernung gesehn wurde, was einer Höhe von fast 16000 Fufs zugehört. S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 838.

2 Breislak Inst. Geol. T. III. p. 69. Eine ausführliche Untersuchung der Gasexhalationen bei vulcanischen Eruptionen und der Vulcane überhaupt von G. Bischof findet man in Schweigger's Journ. Th. LXVI. S. 125 u. 225 ff. Vergl. L. v. Buch geognostische Beobachtungen Th. II.

Digitized by Google

von dem reichlich vorhandenen Wasser nicht einen Theil etzen, sich den Sauerstoff aneignen und dadurch Wassergas frei machen sollten; dieses müfste dann allerdings aufstei-, würde aber beim Zutritt atmosphärischer Luft in Folge vorhandenen Hitze an der Mündung der Krater wieder brennen und könnte also mit zur Ernährung der unermefsen Flammen dienen, welche sich zuweilen über brennen- Vulcanen erheben. Ist die Intensität des Glühens gerin-, so findet keine oder nur eine unmerkliche Zersetzung des ssers statt, das Wasserstoffgas fehlt, ebendaher auch die k brennende Flamme, und JOHN DAVY fand demnach die- Gas bei seiner Untersuchung nicht.

Die übrigen, in dem aufsteigenden Dampfe enthaltenen arten machen sich durch ihre erstickende Eigenschaft kennt-, weswegen es gefährlich ist, sich bis in ihren Bereich tobenden Kratern zu nähern. Nach JOHN DAVY's er-nten Versuchen ist Kohlensäure ein Hauptbestandtheil der-en, ja es läfst sich annehmen, dafs sie dem Wesen nach z hieraus bestehn. Als Beimischung ist dann in nicht ge-ger Menge salzsaures und schwefligsaures Gas vorhanden, sich beide durch ihren Geruch ankündigen. Das hieraus tehende Gemenge wirkt nicht blofs erstickend, sondern zer-t auch die Vegetation und ist zugleich so viel specifisch werer, dafs es in Canälen abfliefst, weswegen ein Gärtner Vesuv seine Pflanzungen durch das sinnreiche Mittel schützte, s er sie mit einem Graben umzog und dadurch die schäd-en Gase ableitete[1]. Merkwürdig aber ist, dafs BOUSSIN-ULT[2] bei fünf americanischen Vulcanen das aus Spalten steigende Gas untersuchte und blofs Wasserdampf in un-eurer Menge, Kohlensäure, etwas Schwefelwasserstoffgas zuweilen Schwefeldampf fand. Kohlensäure konnten MON-ELLI und COVELLI[3] in den Exhalationen des Vesuv nicht en und HOFFMANN[4] selbst in denen des Stromboli nicht; es Gas scheint sich daher erst beim Erkalten der Laven zu

---

1 Bibliothèque Britann. T. XXX.
2 Ann. de Chim. et Phys. T. LII. p. 1 ff. Poggendorff's Ann. XXXI.
3 Ann. de Chim. et Phys. T. LII. p. 174.
4 BISCHOF die Wärmelehre des Innern unserer Erde. S. 331.

entwickeln. Hiermit stimmt vollkommen überein, dafs Bou SINGAULT das Gas, welches aus den Spalten des Gl merschiefers von Quindiu aufstieg, aus 94 Theilen Kohl säure, 5 Theilen atmosphärischer Luft und 1 Theil Schw wasserstoffgas bestehend fand[1], was mit den zahlreichen M *fetten* in vulcanischen Gegenden im genauen Zusammenha steht. Ueberhaupt steigt aus den tobenden Vulcanen na zahlreichen Beobachtungen nur Wasserdampf auf, durch d enthaltenen Kohlenstoff und erdige Substanzen als ein dic Rauch sich zeigend, ohne die Anwesenheit von Wasserstof gas, welches sich nothwendig entzünden müfste, wenn es bedeutender Quantität vorhanden wäre. Solche Entzündung sind aber von den genauesten Beobachtern, HAMILTON, Jo DAVY, AL. v. HUMBOLDT, BREISLAK[2], SPALLANZANI[3], Mo TICELLI und COVELLI[4], HOFFMANN[5], POULET SCROPE[6], Ga LUSSAC[7], BYLANDT PALSTERCAMP[8] und Andern, nie wahrg nommen worden, was wohl zu dem Schlusse berechtigt, d kein Wasserstoffgas in merklicher Menge aus den Vulcanen steigt. Schwefelwasserstoffgas und Schwefeldampf wird d die Vulcane in Menge erzeugt und ist ein vorzügliches Pr duct der *Solfataren*.

2) Ein Haupterzeugnifs der Vulcane ist die sehr fe graue *Asche*, die durch ihre unglaubliche Menge nicht sel grofse Strecken verdunkelt und durch mäfsigen Wind bis weite Entfernungen fortgeführt wird. Sie ist oft so fein trocken, dafs sie in die engsten Spalten eindringt und d zartesten Eindrücke annimmt, weswegen man in Pompeji u Herculanum die genauesten Abdrücke der Gefäfse, ja se der Gesichter und Kleider verschütteter Menschen find Beim Ausbruche des Vesuv im J. 1767 flog sie 5 Meilen w

---

1 V. HUMBOLDT Fragmente. S. 76.

2 Institutions géol. T. III.

3 Voyages dans les deux Siciles. T. II. p. 31.

Der Vesuv. Deutsch bearb. von NÖGGERATH u. PAULSEN. Elb feld 1824. S. 191.

5 Mündliche Mittheilung bei seiner Rückkehr aus Italien.

6 Considerations on Volcanos.

7 Ann. de Chim. et Phys. T. XXII. p. 420.

8 A. a. O.

9 Journ. de Phys. T. LXXX. p. 400. Bibl. univ. T. II. p. 6

Gaeta, bei Ausbruche des Aetna im J. 1787 bis Malta und den isländischen Vulcanen im J. 1783 bis nach den schettlischen Inseln. Nach MÉNARD DE LA GROYE[1] herrscht die icht, die Asche entstehe durch das Zerreiben der Lavake an einander, allein hiergegen streitet nach ihm ihre unbliche Feinheit und der Umstand, dafs sie in gröfster ge nicht während der stärksten Lavaergüsse, sondern erst er aufsteigt, wenn diese fast beendigt sind. Er selbst hält daher für gänzlich pulverisirte Lava. Es scheint indefs öthig, anzunehmen, dafs die Substanzen erst zu Lava genolzen und letztere dann in Staub verwandelt werden se, vielmehr zerfallen fast alle Steinarten durch anhaltende wirkung des Brennens, und wenn man daher die Intensiund lange Dauer der Hitze in den Vulcanen, verbunden dem Einflusse des zudringenden, sofort in Dampf aufgeen Wassers berücksichtigt, so bleibt die Verwandlung vieim Innern dieser Werkstätte vorhandener Fossilien in die ste Asche nicht weiter schwierig. Die vom Vesuv im J. 2 in grofser Menge ausgeworfene röthliche Asche enthielt h einer Untersuchung von LANCELOTTI[2] in einem Pfunde Gran im Wasser lösliche Salze (schwefels. Kalk, salzs. on, salzs. Natron, schwefels. Natron, schwefels. Thon) und eigenthümlich riechende vegetabilisch-thierische Substanz Bernsteinfarbe, Eisen, Thon und Kieselerde. Ebendiese tandtheile fand auch FERRARA[3] bei seiner Untersuchung der he des Vesuv, Dr. THOMSON[4] aber fand die trockne Asche, lche 1812 vom Vulcan auf St. Vincent vom Winde nach Insel Barbados getrieben wurde und dort in ungeheurer nge niederfiel, aus 1 Theil Eisenoxyd, 91 Theilen Kiesel- l Thonerde und 8 Theilen Kalkerde zusammengesetzt, und h VAUQUELIN[5] bestand die vom Vesuv im J. 1822 aus-

1 Journ. de Phys. T. LXXX. p. 400.
2 Biblioth. univ. T. XXII. p. 138.
3 Ann. de Chim. et Phys. T. XXXII. p. 106.
4 Ann. de Chim. et Phys. T. IX. p. 216.
5 Journal de Pharm. T. XI. p. 558. 1825. N. 12. Asche des Vevon ebendiesem Jahre und zur Vergleichung die von 1794 hat AVINI genau analysirt, um die später zu erwähnende Hypothese DAVY's h der Ansicht von GAY-LUSSAC zu prüfen, s. Memorie d. R. Ac- di Torino. 1829. T. XXXIII. p. 183 ff. Die Bestandtheile waren:

geworfene, die ihm Ferrara zugesandt hatte, aus 28,[…] Kiesel, 18,00 schwefelsaurem Kalk, 20,88 schwefels. Eis[…] 8,00 Thon, 2,60 Kalk und 1,00 Kohle, wobei die fehl[…] 21,42 Theile Wasser, schwefels. Kupfer, schwefels. Th[…] Salzsäure und Schwefel seyn dürften.

3) Die eigentliche vulcanische Asche ist hellgrau, ins W[…] spielend, sehr fein und leicht, und unterscheidet sich dadurch vom *vulcanischen Sande*, welcher schwerer ist, von schwarzer Farbe, glänzend und aus mehr oder weniger fühlbaren Körnern bestehend, indem hauptsächlich Bruchstücke von Augit und Eisenglimmertheilchen seine Bestandtheile ausmachen. Dieser Sand fällt zugleich mit der Asche nieder, allein der Wind vermag leicht, die letztere zu trennen und fortzuführen[1]. Mit dem feineren Sande wird oft in ungeheurer Menge ein gröberer, *Lapilli* genannt, ausgeworfen, worin sich nicht selten Augit- und Feldspathkrystalle nebst Bruchstücken von Bimsstein befinden. Beide bilden einen Hauptbestandtheil der vulcanischen Berge. Ein eigenthümliches Product der Vulcane ist ferner der *Peperino*, eine Art aschgrauer, im Bruche erdiger Lava, die eine Menge kleine braune Glimmerkrystalle nebst Augiten und Melaniten enthält.

4) *Schlacken* von der verschiedensten Farbe und H[…] werden durch die Gewalt der aufsteigenden elastischen Substanzen in kleineren und gröfseren Stücken ausgeworfen und umlagern die Krater in erstaunlicher Menge. Die gröfseren im Zustande des stärksten Glühens emporgeschleuderten, b[…]

	1822		1794
Hydrochlorsäure, hydrochlors. Ammoniak	3,12	Bitumin. Wasser	2,15
schwefels. Kalk	6,50		2,00
hydrochlors. Natron	1,50		1,00
Kalkerde	2,08		2,00
Kupferoxyd			10,00
Eisenoxyd	13,50	E. Tritoxyd	9,00
Alaunerde	15,00		3,15
Talkerde	1,50		2,00
Kieselerde	53,50		68,00
Kohle	2,10		
Verlust	1,20		0,70
	100,00		100,00

1 Journ. de Phys. T. LXXX. p. 400.

Digitized by Google

die sogenannten vulcanischen Bomben, welche zerplatzen als ganze oder zersprengte Kugeln herabfallen.

5) *Steine*, nicht selten viele Centner schwer und zuwei- ohne irgend eine Spur von Schmelzung aus den Kratern ınglaubliche Entfernungen fortgeschleudert, haben von je- lie Bewunderung der Naturforscher rege gemacht. Die runder Gestalt, welche häufig und in groſser Menge hoch rgeschleudert werden, heiſsen dann *vulcanische Bomben*.

6) Ein Hauptheil der vulcanischen Producte, den Laven ächsten verwandt, ist der *Bimsstein*, woraus unter andern ipari ein ganzer Berg besteht. Er enthält zuweilen un- derte Feldspathkrystalle und nach v. HUMBOLDT der Teneriffa auch Obsidian, weswegen ihn einige Geogno- nicht als ein vulcanisches Product anerkennen wollten, er findet sich nicht bloſs neben Laven gelagert, son- wird auch von den isländischen und vielen gröſseren In- lcanen in solcher Menge ausgeworfen, daſs nicht selten Strecken des Meeres davon bedeckt sind. Vulca- e Asche und Sand, Lapilli, Bimsstein und Lavastücke en oft durch Wasser zu einem später stark erhärtenden e zusammengebacken, wie solcher vorzüglich bei Posi- vorkommt und daher *Posilippo-Tuff* genannt wird.

7) Als das vorzüglichste und reichlichste Erzeugniſs der ane ist die *Lava* zu betrachten, mit welchem Namen man nigen mineralischen Substanzen bezeichnet, welche durch Hitze zum eigentlichen dickeren oder dünneren Flusse ge- ht worden sind. Die Farbe derselben ist verschieden und selt vom tiefsten Schwarz durch Braun, Grau, Gelb bis vollen Weiſs, in welchem Falle sie, dem Bimsstein höchst ich, zuweilen das statt gefundene Flieſsen durch Windun- der faserartigen Substanz anzeigt. Die Laven sind nicht im Allgemeinen sehr verschieden, so daſs L. v. BUCH[1] t weniger als achtzehn Arten derselben am Vesuv unter- ed, sondern auch die bei den nämlichen Ausbrüchen zum chein kommenden zeigen sich als sehr ungleich. Am häu- en ist die Lava nach bereits statt gefundenem Erkalten unter- it worden, oft hat man sie indeſs während des Flieſsens be-

1 Geognost. Beobachtungen. Th. II. S. 174.

obachtet, und Einigen ist es sogar gelungen, sie in den K
selbst als flüssige kochende Masse zu sehn[1]. Bei den größern
canen, z. B. schon beim Aetna, strömt sie nicht aus dem ob
Hauptkrater, sondern öffnet sich seitwärts Ausgänge, und bei
ten Ausbruche des Aetna im Mai 1819 sah SCHOUW[2] die glü
Masse aus dem Schlunde hervorbrechen und wegen der S
heit des Felsens sogleich eine Feuercascade von wenig
500 bis 600 Fufs bilden. Der Strom hatte oben eine B
von 60 Fufs, unten von 1200 F., legte in zwei Tagen ei
Weg von 4 ital. (ungefähr 0,8 geogr.) Meilen zurück
bildete unten einen Wall, auf und vor welchem sich
nachfolgende Lava hoch aufthürmte. Häufig findet man Sp
in den Kegeln der Vulcane, die an Breite, Tiefe und L
sehr ungleich sind und in denen die Lava abfliefst. Bei
heftigen Ausbruche des Aetna im Jahre 1669 betrug die L
einer solchen Spalte drittehalb deutsche Meilen[3], eine 8
Meilen lange, mit einigen in ihr befindlichen Kratern,
sich 1783 beim Ausbruche des Skaptar-Yökul auf Island,
auf Lancerote wurde im Jahre 1730 eine solche Spal
zwei deutschen Meilen Länge geöffnet[4]. Der Anblick d
ben zeigt eine unverkennbare Aehnlichkeit mit zerri
durch basaltische und andere vulcanische Massen ausgef
Thälern. Das Fliefsen der zähen Masse ist der Natur
Sache gemäfs langsam und erreicht selbst auf steilen Abh
gen, namentlich beim Vesuv, selten eine Geschwindigkeit
2,5 Fufs in einer Secunde. Im Jahr 1794 brachte sie auf
Strecke von Torre del Greco bis ins Meer, welche un
fahr 8 engl. Meilen beträgt, 6 Studen zu, beim Pico di T
riffa aber legte sie 1797 einen Weg von 3 engl. Meilen
in einigen Tagen zurück[5], sehr geschwind dagegen flo
1805 am Vesuv, indem sie die 7000 Meter entfernte M
in 3 Stunden erreichte[6]. Als die Lava 1724 und 173
dem Krabla bis an den Mywatn-See flofs, den sie fast gän

1 SPALLANZANI's Reisen. Cap. 8 u. 10. Andere Fälle, in denen
Lava von Beobachtern gesehn wurde, sind oben erwähnt worden.

2 HAUSMANN im Göttingischen Wochenblatt. 1819. N. 13.

3 SCROPE Considerations. p. 153.

4 L. v. BUCH in v. Leonhard's Taschenbuch. 1824. S. 439.

5 Transact. of the Geolog. Soc. Lond. 1814. T. II. N. XII.

6 Biblioth. Brit. T. XXX.

llte, bewegte sie sich langsam, rifs alles mit sich fort, ıte mit einer bläulichen, der vom Schwefel ähnlichen me und einem dicken Rauche, im Ganzen einem Strome ımolzenen Metalles ähnlich. Während der Nacht schien ganze Gegend in Flammen zu stehn und die Luft selbst ndet zu seyn, wobei unaufhörliche Blitze selbst bis in e Entfernungen sichtbar waren[1]. Dabei ereignete sich der würdige, den religiösen Isländern vorzüglich auffallende and, dafs sich der Lavastrom vor der Kirche von Reih-l in zwei Arme theilte, die sich hinter derselben wieder nigten, so dafs die Kirche selbst verschont wurde, unge-t die Lava um dieselbe bis zur doppelten Höhe der an sehr niedrigen Kirche angehäuft wurde. In der Regel ıhrt man bei allen Lavaströmen, auch den kleineren, Flam-auf ihrer Oberfläche, die man von den unter ihnen ver-nenden Vegetabilien ableitet, da nach H. Davy's[2] neue-Untersuchungen die Lava des Vesuv keine organischen, Erzeugung einer Flamme dienlichen Bestandtheile enthält, die nothwendig durch die starke Glühhitze der Lava vor ihrem ısse zerstört worden seyn müfsten. Wegen ihrer Zähigkeit findet in derselben eine Menge Blasenräume, die theils durch ur-nglich eingeschlossene Luft, theils durch die aus zerstörten nischen Substanzen entwickelten elastischen Medien aufge-ıen worden sind.

Die Menge der bei einem Ergusse erzeugten Lava ist sehr leich, mitunter zum Erstaunen grofs. So war der in Is-l 1783 gebildete Strom 4 franz. Meilen breit und 20 Mei-lang[3], derjenige, welcher 1669 vom Aetna herabflofs, war al. Meilen (0,4 geogr.) breit, 15 (3 geogr.) lang und im tel 200 Fufs tief[4]. Den Inhalt dieses Stromes berechnet uPERO[5] auf 11750 Millionen Kubikfufs; im Jahre 1783 den auf Island 60 Quadratmeilen im Mittel 600 Fufs hoch Lava überdeckt, wonach Parrot[6] den Inhalt zu 86640

1 Henderson Island. Th. I. S. 193.
2 Philos. Trans. 1828. p. 241. V. Leonhard Zeitschrift für Mi-llog. 1829. N. I. p. 29.
3 Breislak Inst. geol. T. III. p. 188. Ordinaire a. a. O. p. 149.
4 Bakewell a. a. O. p. 183.
5 Edinburgh Journ. of Sc. N. XX. p. 312.
6 Grundrifs der theor. Physik. Th. III. S. 224.

Digitized by Google

Pyroxene in einem gewissen zähe-flüssigen Zustande werden so ausgeworfen[1]. Manche Laven, vorzüglich die sigen, haben noch nach Jahrhunderten ein so frisches sehn, als wären sie eben erst ausgeflossen, andere schnell und geben dann einen sehr fruchtbaren Boden. daher wollten die Einwohner von Torre del Greco nach schrecklichen Katastrophe im J. 1794 ihre Stadt nicht einem anderen sicherern Platze verlegen und baueten auf der noch rauchenden Lava, ungeachtet die Stadt bereits gleichfalls zerstört worden und 1737 in grofser Gefahr war[2]; nach dem Ausbruche des Vesuv im J. 1779 fingen Obstbäume im August an, abermals zu treiben, und kleine, aber reife und wohlschmeckende Früchte[3]; das Demone am Aetna gilt für eine der fruchtbarsten der Welt[4], auf Stromboli wächst ein herrlicher feuriger und am Vesuv werden die *lacrimae Christi* erzeugt; wollen sogar die Güte des Rheinweins und des Weins von einem Einflusse verwitterter Laven ableiten. Ursache der Fruchtbarkeit des aus verwitterten Laven Bodens liegt gröfstentheils in den Bestandtheilen dieser arten, die aus Feldspath, Leuzit, Augit und titanhaltigem Magneteisen mit beigemengtem Glimmer und zuweilen bestehn[5], theils in der schlechten Wärmeleitung und einiger noch zurückgebliebener Wärme.

8) Aufser den sogenannten Schlammvulcanen, von später die Rede seyn wird, werfen die eigentlichen, lich die americanischen Vulcane oft grofse Massen von aus. Oft, man darf wohl sagen meistens, ist diese scheinung nur täuschend, indem die vulcanische Asche

1 Journ. de Phys. T. LXXXII. p. 468.

2 Hamilton's Beschreibung u. s. w. S. 40.

3 Stolberg's Reisen. Th. III. S. 34. Th. IV. S. 206.

4 Dort trifft man die riesenmäfsigen Kastanienbäume, unter dern den Castagno di Cento Cavalli, welcher in 5 Theile ist und dessen Krone 180 Fufs im Umfange mifst, also die stärkste Adansonia, deren Durchmesser zuweilen 25 F. Umfang der Krone 150 Fufs erreicht. Das Val Demone F. uber dem Meeresspiegel, s. Stolberg a. a. O. L. Simond in Italy and Sicily. Lond. 1828. p. 510.

5 Ausführlich über die Laven handelt v. Leonhard in Charakteristik der Felsarten. Heidelb. 1824. S. 442 ff.

t dem Wasser des durch Hitze geschmolzenen Schnees zu hlamm verbindet, welcher dann als unmittelbares Erzeugnifs t tobenden Vulcane erscheint[1]. Dieses Phänomen hängt an mit einem verwandten zusammen, indem das Schmelzen s Schnees auf den beeisten Gipfeln hoher Vulcane zuwei- förmliche Ueberschwemmungen erzeugt[2], wie oben von den indischen Vulcanen bereits erwähnt worden ist; allein in ei- en Fällen kommt der Schlamm unleugbar aus den Vulcanen bst als reichhaltiger Auswurf hervor. Dieses war nament- h der Fall bei der Entstehung des Jorullo[3], beim Ausbru- s des Tungurahua im J. 1797, welcher überhaupt öfter hlamm auswirft[4], bei den Ausbrüchen des Vesuv[5] in den Jah- 1630 und 1794 und am unverkennbarsten bei verschiedenen sbrüchen peruanischer Vulcane, durch welche mit dem hlamme zugleich eine eigene Species Fische ausgeworfen rde, die v. HUMBOLDT *pimelodus Cyclopum* genannt hat. che warf unter andern der Carguairazo 1698 und der Im- uru in solcher Menge aus, dafs die Luft durch ihr Ver- len verpestet wurde[6]. Beim Cotopaxi ist das heifse Was- zuweilen mit brennbarer Substanz gemischt und bildet n den diesem Berge eigenthümlichen Schlamm, *Moya* ge- nt[7].

9) Unter den vulcanischen Producten kann die *Salzsäure* ihren Verbindungen als ein Hauptbestandtheil gelten. Sie d in bedeutender Menge in Gasform entwickelt und er- eint meistens im Anfange der Eruptionen in Gestalt weifser

---

1 BREISLAK in Mém. de l'Inst. T. IV. Instit. Géol. T. II. p. 103. CARLA in Journ. de Phys. T. XX. FERRARA campi flegrei della Si- §. 34. CORDIER in Journ. de Phys. T. LXXXIII. p. 368. Ann. des s. T. XXXIII. p. 7.

2 BOUGUER figure de la terre. p. LXIX. Im Jahre 1742 erzeugte Cotopaxi eine Fluth, welche Häuser, Menschen und Vieh fort-

3 Journal de Phys. T. LXIX. p. 148.

4 Die Bestandtheile jenes Schlammes waren nach CORDIER 46 ile Kiesel, 12 Th. Eisenoxyd, 7 Thon, 6 Kalk, 26 organische trie und 3 Verlust. S. Ann. des Mines T. XXXIII. p. 7.

5 FAUJAS DE ST. FOND a. a. O. p. 43. HAMILTON Campi phlegraei 7.

6 Journ. de Phys. T. LXII. p. 61.

7 V. HUMBOLDT Ideen und Naturgemälde. p. 52.

Dämpfe[1]. Mit Natron zu Kochsalz verbunden ist sie in vie-
len Ausbrüchen reichlich vorhanden, wie namentlich
Davy bei der Untersuchung der Producte des neuen V
unweit Siciliens fand[2]. Bei den Ausbrüchen des Hecla,
ren man von 1004 bis 1755 im Ganzen 16 zählt, wurde
weilen eine solche Menge reines *Kochsalz* erzeugt, daß
Einwohner nachher viele Pferdelasten desselben fortschaff
Noch weit gröſser ist die Production des *Salmiaks*, wel
namentlich durch die Salmiakvulcane in Centralasien in u
meſslicher Menge erzeugt wird. Aus diesen, bei Nacht
stens leuchtenden Feuerbergen steigen ohne Unterlaſs Salmi
dämpfe empor, und der durch Abkühlung in eigens da
erbaueten Hütten niedergeschlagene Salmiak wird unter
Einwirkung einer unausstehlichen Hitze abgekratzt, gesam
und als Handelsartikel benutzt. Dieses ist der Fall bei
rhuna in Turkestan, nach Remusat beim Vulcane von T
fan, welche Stadt von den vielen rauchenden und bei N
leuchtenden Salmiakbergen den Namen Ho-Tcheou (
stadt) erhalten hat, und beim weiſsen Berge bei Bisch-B
am Flusse Ili, S. O. vom See Balgash. Die beiden letz
ergiebigsten Berge dampfen auch am Tage, und bei Nacht
scheint der Dampf leuchtend[4]. Auſserdem findet man d
Salmiakdämpfe zwischen Samarkand und Farghana, zu Ch
in Nordchina, wo ein schlechteres Salz gewonnen wird,
auf dem *Pethim* im Lande Eighur, etwa 100 franz. Mei
von Kiaothim. Der letztere Berg ist mit Schnee bed
raucht aber dennoch stets und erscheint bei Nacht leucht
Auch in Yunnan, im Gebiete der Mongolen, giebt es ähn
Berge[5]. Beim Ausbruche des Vesuv im Jahre 1794 w

---

1 Daſs Boussingault bei den americanischen Vulcanen k
Spur von salzsaurem Gas fand, ist unter 1) so eben erwähnt word

2 Philos. Trans. 1832. p. 237. Edinburgh New Phil. Journ.
XXII. p. 365.

3 Ohlafsen und Povelsen Reise. Th. II. S. 156. Zimmermann T
schenbuch d. Reisen 1824.

4 Ann. des Mines. T. V. p. 135. Ann. de Chim. et Phys. T.
p. 309. Edinburgh Philos. Journ. N. VII. p. 156. Diese Berge
fern auch Salmiaklauge in Menge, aus welcher das Salz durch S
gewonnen wird.

5 Ritter Erdkunde. Th. II. S. 560.

iak in solcher Menge erzeugt, dafs die Bauern ihn centeise sammelten und verkauften[1]; auf Lanzerote wird er hfalls gefunden[2], wonach dieses Mineral wohl als ein Vulcanen gemeinsames zu betrachten ist, wenn dasselbe h sonst nicht in so überwiegender Menge vorkommt, als en genannten des asiatischen Festlandes. Als eine Merkwürit möge hier noch erwähnt werden, dafs aus dem brenen Steinkohlenflötze bei St. Etienne Dämpfe aufsteigen, ich in bedeutender Menge als *Salpeter* verdichten[3].

10) Nicht minder beträchtlich ist die Menge des durch 'ulcane erzeugten *Schwefels*. Allgemein zeigt derselbe Anwesenheit durch den Geruch, indem die schweflige einen Hauptbestandtheil der ausströmenden erstickenden bildet[4]. Diese letztere verbindet sich zuweilen mit dem stoff der atmosphärischen Luft, wird dadurch in Schwere verwandelt, verbindet sich dann mit dem Wasser und gt die verdünnte Schwefelsäure, welche namentlich von Vulcane *Idienne* in der Provinz Bagnia Vanni auf Java fliefst[5]. Von dem gegenwärtig ruhenden Feuerberge ice unfern von Popayan fliefst ein Strom herab, welcher n seines sauren Geschmackes *Rio de Vinagre* genannt und worin Rivero eine beträchtliche Menge Schwefelmit etwas Salzsäure fand. Aufser den unter den vulcanischen gnissen vorkommenden schwefelsauren Salzen und der Hyionsäure wird auch gediegener Schwefel, nicht selten in en Krystallen, in so grofser Menge erzeugt, dafs daraus Handelsartikel entsteht, auch ist derselbe ein vorzügliches gnifs der sogenannten *Solfataren*. Der Vesuv liefert falls sowohl Schwefelsäure, als auch Schwefel[6].

Ferrara Compi flegr. p. 286.
Schweigger's Journ. Th. XV. S. 225.
Ann. de Chim. et Phys. T. XXI. p. 158.
Der zu früh verstorbene Mineralog Hoffmann behauptete, die glühende, frische Lava rieche nicht nach Schwefel, vielmehr se dieser Geruch erst mit dem Anfange ihres Erkaltens. Dafs ns eine grofse Menge von Schwefel in Urgebirgen vorkomme, ptet v. Humboldt in Ann. de Chim. et Phys. 1824. Oct.
Philos. Mag. T. XLII. p. 182.
Storia dei fenomeni del Vesuvio cet. di Monticelli e Covelli. . Art. 2.

Digitized by Google

11) Verschiedene Mineralien, als *Eisenglanz*, sch... *Kupfer* und *Eisen*, *Schwefelarsenik* u. s. w., werden an den Wänden der Spalten und Risse der Laven gefunden und also als Erzeugnisse der Feuerberge zu betrachten[1].

12) Endlich kommen auch *Kali* und *Natron*, letz... meistens mit Salzsäure und Schwefelsäure vereint, bei ... Vulcanen vor.

Erklärung der vulcanischen Erscheinungen.

Bei weitem die schwierigste Aufgabe ist, die verschie... nen vulcanischen Processe auf anerkannt richtige physikal... Principien zurückzubringen und aus diesen zu erklären. E... wir die verschiedenen, hierüber aufgestellten Hypothesen ... theilen, ist es nothwendig, erst noch einige Thatsachen nä... beleuchten. Aus überwiegenden, bereits erwähnten Grü... sind wir berechtigt, die Feuerberge für von innen heraus ... hoben zu betrachten, indem die entwickelten elastischen ... dien einen Theil der Erdkruste blasenartig in die Höhe ... ben und die vulcanischen Erzeugnisse dann theils in die ... durch entstandenen Räume eindrangen und sich zwischen ... früheren Felsarten lagerten, theils durch die gebildeten ... und Spalten hervorquollen, überströmten und sich auf ... Oberfläche der Berge lagerten, wie wir denn nam... die kenntlichen erloschenen und noch thätigen Vulcane ... überdeckt finden. Die Krater der Vulcane, deren Größe ... nur, sondern auch deren Gestalt sehr verschieden, meistens ... oder länglich ist, sind aus Laven gebildet. In der Reg... ben die Vulcane auf ihrer Spitze einen großen Krater, ... haben deren zwei, die meisten außer dem Hauptkrater ... mehrere kleine, und nicht selten entstehn bei den wied... ten Eruptionen neue Krater an den Seiten der größeren F... berge, aus denen die Lava ausströmt. Im Allgemeinen ... die Krater konisch gestaltet, mitunter von außerorden... Tiefe; sie verstopfen sich zuweilen und werden bei den ... gebrannten in Seen verwandelt[2] oder auf eine solche W... verschüttet, daß man sie bei vielen ausgebrannten Vu...

1 V. Leonhard Grundzüge d. Geol. u. Geogn. S. 86.
2 Breislak Instit. géol. T. III. p. 127. 360.

it mehr findet, wozu das schnelle Verwittern einiger Laven ihre Verwandlung in fruchtbare Erde nicht wenig beit. So war in dem Zwischenraume zwischen 1139 bis 1306 ganze Oberfläche des Vesuv angebaut und man sah den en nebst den Abhängen des Kraters mit Castanienwäldern eckt[1]. Die ganze Masse der Feuerberge ist demnach als innen heraus gebildet zu betrachten, und obgleich die durch entstandenen Räume durch nachdringende Massen der ausgefüllt gedacht werden könnten, wollte man anders tiefer liegenden Schichten der Erde als hierzu hinlänglich eicht annehmen, so streitet doch hiergegen die Tiefe und grofse Inhalt mancher Krater und der sie ausfüllenden n und zwingt vielmehr, das Vorhandenseyn unermefslir Höhlen anzunehmen, deren Ausdehnung, namentlich der er dem Pichincha, Parrot aus den gemessenen Pendelwingungen der französischen Akademiker zu 1,357 Kubiklen berechnet[2]. Nehmen wir hiernach an, dafs die Feuerge selbst aus den gehobenen und ausgeworfenen Massen gebildet den seyen, so müssen die Herde derselben sehr tief liegen aufserordentlich grofs seyn, wie auch als ausgemacht anommen wird[3]. Einen Anhaltpunct für diese Bestimmung et die Betrachtung, dafs die Wandungen, unter und neben en die Lavasäulen emporgetrieben werden, hinlängliche ke haben müssen, um dem Drucke dieser flüssigen Massen ügenden Widerstand zu leisten, wobei jedoch wieder zu ücksichtigen ist, dafs zwar mit zunehmender Tiefe die ke der widerstehenden Wandungen wachsen mufs, zugleich r auch die Höhen der zu hebenden Lavasäulen zunehmen ssen, wenn wir annehmen, dafs diese von unten herauf bis n Krater ein zusammenhängendes Ganze bilden, woraus n erklärlich würde, dafs bei den gröfsten Vulcanen die La- die höchsten Krater in der Regel nicht erreichen, sondern seitwärts einen Ausweg zu eröffnen pflegen. Parrot[4] mit Berücksichtigung dieser Bedingungen folgende Behtungen angestellt. Wenn man annimmt, dafs bei einem

1 V. Leonhard Grundzüge der Geologie u. Geogn. S. 37.

2 Grundrifs der theor. Physik. Th. III. S. 257.

3 Vergl. z. B. Bakewell a. a. O. S. 182. D'Aubuisson Traité de ogn. T. I. p. 217. 260.

4 A. a. O.

minderung der Wärme unserer Erde noch keineswegs be- det und nach den hierüber angestellten Untersuchungen gar nicht einmal wahrscheinlich[1]. Fände endlich eine kühlung unserer Erde statt, so müfste die dadurch be- Zusammenziehung, wie sie selbst, eine gleichmäfsig dauernde und mit unüberwindlicher Kraft wirkende seyn, hin würde die im Innern zusammengeprefste Masse aus einmal gemachten Oeffnung unablässig hervordringen, und Erscheinung des Jahre und Jahrhunderte langen Ruhens cher Vulcane, so ihr plötzlich beginnendes Toben, nebst Auswerfen grofser Lavamassen, so wie überhaupt die rer Art ganz eigenthümlichen Eruptionsphänomene wären ganz unverträglich.

Die älteste Hypothese, nach welcher man die Vulcane erklären suchte, ist wohl die erst in den neueren Zeiten lich verworfene, auf das Entzünden der Schwefelkiese ge- dete; denn die Idee eines im Innern der Erde fortdauernden Glühens in Folge des *Centralfeuers* nach Mairan[2] und fon[3], die auch auf die vulcanischen Thätigkeiten ange- wurde, ist neuer und fand im Ganzen nur wenig Bei- Vor dem Ende des 17ten Jahrhunderts scheint man über- der Ursache dieser Phänomene nicht ernstlich nachgeforscht haben, und wir dürfen daher Dr. Martin Lyster[4] als den Ersten betrachten, welcher sie von der Entzündung Schwefelkiese ableitete, da er gefunden hat, dafs einige cies derselben durch Selbstentzündung in Brand gerathen, dem zugleich die grofse Menge der unter der Erde vor- denen Schwefelkiese bekannt war. Die Hypothese erhielt bedeutende und dem Anscheine nach völlig genügende U- stützung durch den bekannten Versuch Lemery's[5], wel- 25 Pfund Eisenfeilig mit ebenso viel pulverisirtem Schwe- fel mengte und in die feuchte Erde eingrub, worauf dann der Verbindung beider Substanzen ein Glühen entstand die brennende Masse vulcanartig in die Höhe geworfen wurde.

---

1 Vergl. *Temperatur der Erde.* S. 572.

2 Mém. de Paris. 1719.

3 Hist. Nat. T. I. u. Suppl. T. IX. u. X. Par. 1778.

4 Philos. Trans. 1684. N. 157. T. XIV. p. 512.

5 Mém. de l'Acad. 1700. p. 101.

wischen mufste diese Hypothese als unhaltbar erscheinen, ald man einsah, dafs die sich von selbst entzündenden wefelkiese nur als Seltenheit vorkommen und ihre Entdung blofs beim Zutritte der Luft eintreten kann, statt dafs den übrigen die Verbindung des Schwefels mit dem Ei-, wodurch in LEMERY's Versuche die Glühhitze erzeugt de, bereits vorhanden ist. Inzwischen erhielt sich die aufellte Hypothese, aus welcher man alle einzelnen Phänoe leicht ableiten konnte, sabald nur die anfängliche Entdung zugegeben wurde, bis ans Ende des vorigen Jahrhuns in Ansehn. Einige Gelehrte in der Mitte des vorigen rhunderts, welche alle Naturerscheinungen aus der Elektrit erklären zu können glaubten, führten auch die vulcanien Phänomene hierauf zurück und fanden die nächste Auflerung hierzu in den häufigen Blitzen, die aus den Vulca- aufzusteigen scheinen und auf jeden Fall in den unerslich grofsen Dampf- und Rauchwolken über den Kratern rgenommen werden. BECCARIA[1] begnügt sich mit dieser gabe im Allgemeinen, und auch HAMILTON[2], dem man meis diese auf elektrische Thätigkeiten gebaute Hypothese chreibt, beschränkt sich auf die Erzählung der vielfach rgenommenen Blitze. Ausgemacht, aber auch leicht erlich, ist allerdings der Umstand, dafs man in Neapel beim ben des Vesuv ungemein starke Luftelektricität (am Keroskop) bemerkt, wie namentlich VAIRO[3] durch Beobachgen gefunden zu haben versichert, was sich aber als Folge Niederschlages einer so unermefslichen Menge des aus Salz l andere Stoffe aufgelöst enthaltendem Wasser gebildeten mpfes nur zu leicht erklären läfst. Einige Gelehrte, als KELY[4], PATRIN[5], insbesondere BERTHOLON DE ST. LAZE[6], GIOVANNI VIVENZIO[7] und Andere, nahmen die Sache

1 Lettere dell'elettr. p. 226.

2 Beobachtungen über d. Vesuv, den Aetna u. a. Vulcane. Aus Engl. Berl. 1773. 8. S. 182.

3 FERBER's Briefe aus Wälschland. S. 148.

4 Philos. Trans. T. XLVI. p. 497.

5 DE LA METHERIE in Journ. de Phys. T. LXXXI. p. 276. 393. gl. Décade Philos. Ann. 8. N. 17. G. V. 191.

6 Journ. de Phys. 1779. Août.

7 Istoria e teoria de tremuoti. Napoli 1783. 8. Vergl. T. CALO Abhandl. von d. Elektric. Th. I. S. 67. 224.

Digitized by Google

vulcanischen Räume dringe, unterliegt wohl keinem Zw
Dafür entscheidet schon ihre Tiefe unter dem Meeress
und die bei der überwiegenden Mehrzahl der Vulcane vo
dene Nähe der Küsten, so wie die häufig gemachte Beobach
des Versiegens der Quellen und Brunnen vor einem Ausbr
in solchem Maſse, daſs die erforderliche Verlängerung
Seile ein warnendes Zeichen bevorstehender Eruptionen gi
auch beobachtete HAMILTON [2] vor dem Toben des Vesuv
J. 1794, daſs ganze Wolken, die über den Berg hinzo
in den Krater desselben gleichsam eingesogen wurden.

Diese ebenso sicheren als interessanten Thatsachen, w
che auf die Erzeugung eines leeren Raumes in Folge
Verschluckung tropfbarer oder elastischer Flüssigkeiten,
beider zusammen, schlieſsen lassen, sind jedoch keines
von der Art, daſs sie, für sich leicht erklärbar, der aufge
ten Hypothese zur sicheren Stütze dienen könnten. W
man annehmen, das Wasser dringe in die noch unge
Metalloide und seine Verminderung hierdurch sey die U
che der angegebenen Erscheinungen, so ist nicht abz
wie die dadurch absorbirte Menge so groſs seyn und die A
sorption dem folgenden Ausbruche des Vulcans minde
mehrere Tage, wenn nicht gar Wochen, vorausgehn kö
Da man nicht umhin kann, sich bei diesem Probleme im G
biete der Hypothesen zu bewegen, so ist kaum eine a
Vorstellungsart möglich, als die Voraussetzung, daſs durch A
kühlung eine bedeutende Verminderung des Luftvolume
den vulcanischen Räumen eintrete, die dann als Ursache
erwähnten Erscheinungen zu betrachten wäre, denn selbst
Absorption des Sauerstoffgases wäre rein hypothetisch, d
nicht wohl ein genügender Grund auffinden läſst, warum
nach langer Ruhe plötzlich eintreten sollte, da sie viel
ohne Unterbrechung fortdauernd statt finden müſste. Le
würde es seyn, eine Abkühlung mit dem gesammten Ve
ten in Einklang zu bringen, wenn man annähme, daſs

1 DE LA TORRE in Journ. de Phys. T. LXI. Aehnliche Erfa
gen haben MONTICELLI, COVELLI und Andere gemacht. Vergl. v. L
HARD Taschenbuch. Th. XIV. S. 87. v. HUMBOLDT Relat. hist. T.
p. 393.

2 Philos. Trans. 1795. p. 73.

glasten Wandungen lange dem Eindringen des Wassers
lerständen, bis endlich ein Durchbruch erfolgte, hierdurch
e Abkühlung sowohl im Innern als namentlich der Wan-
ngen herbeigeführt würde, welche letztere hierdurch Risse
ommen müfsten und noch mehr Wasser einströmen liefsen,
eine hinlängliche Menge desselben durch die schützende
cke zu den Metalloiden gelangte und dann die Explosion
anlafste. Wird die Zulässigkeit der Hypothese hierdurch
ettet, so bleiben doch noch einige Mängel derselben fühl-
. Aus einer blofsen Säuerung der Metalloide ist die uner-
sliche Menge der freiwerdenden Kohlensäure nicht abzu-
en, und sollte sie ein Educt glühender Fossilien, nament-
 des kohlensauren Kalkes seyn, so würden die blofsen
ndungen der vulcanischen Räume hierzu nicht ausreichen,
Annahme solcher Fossilien unter den Herden stände aber
der Grundlage der ganzen Hypothese im Widerspruche.
n könnte immer den Satz aufstellen, der Kohlenstoff, den
in so überwiegender Menge auf der Erdoberfläche gewah-
, gehöre zu den ursprünglichen Bestandtheilen des Erdkör-
s und sein Verbrennen erzeuge die Masse der wahrge-
nmenen Kohlensäure. Läfst sich dieses gleich wahrschein-
 machen, so ist es doch unverkennbar rein hypothetisch.
enso bleibt der Ursprung der enormen Menge des erzeug-
Schwefels in Dunkel gehüllt, obgleich derselbe sich in
 vielen Schwefelkiesen in grofser Quantität vorfindet, und
lem könnte man auch ihn als Urbestandtheil unserer Erde
rachten, wie das Kochsalz, da nach Einigen sogar
Steinsalz durch Sublimation aus Vulcanen gebildet seyn
l[1], was jedoch wohl den Plutonismus zu weit treiben
fst. Uebrigens liefse sich das salzsaure Natron leicht aus
n eindringenden Seewasser oder den überall verbreiteten
insalzlagern ableiten, schwieriger dagegen dürfte es seyn,
 Ursprung des in grofsen Quantitäten erzeugten Salmiaks
ügend nachzuweisen. Man sieht, dafs immerhin noch Vie-
dunkel bleibt, und zudem verliert sich diese Untersuchung
tief in das Gebiet der Chemie, dafs ich billig Anstand neh-
 sie weiter zu verfolgen.

Zur Erleichterung der Uebersicht, und um die Aeufse-

1 Schweigger's Journ. Th. XIV. S. 278.

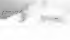
[illegible] der [illegible] Gelehrten über einen so viel [illegible]
[illegible] Gegenstand besser zu würdigen, mag die [illegible]
[illegible] Theorie die chemische heissen, da sie auf [illegible]
[illegible] der Hitze durch chemische Actionen, wenn gl[illegible]
[illegible] auf die Verbindungen des Sauerstoffs mit den [illegible]
[illegible] gegründet ist. Ihr steht eine andere zur Seite, [illegible]
[illegible] Theorie [illegible] geben kann, als welcher die Th[illegible]
[illegible] auf welcher sie gebaut ist, am ausführlichsten [illegible]
[illegible] erörtert hat. Hiernach ist die chemische [illegible]
[illegible] Ursache der in den Vulcanen erzeugten [illegible]
[illegible] noch gänzlich ausgeschlossen [illegible]
[illegible] Wärmeproduction in den Vulcanen [illegible]
[illegible] von der dem Erdkern noch eigenthümlich [illegible]
[illegible] unter die äussere Kruste [illegible]
[illegible] Dass diese Hypothese [illegible]
[illegible] Cordier[1] selbst aufgestellt [illegible]
[illegible] Zusammenziehung der äusseren Erd[illegible]
[illegible] feurig flüssige innere [illegible]
[illegible] herausgepresst werden [illegible]
[illegible] wohl unwiderlegliche Argume[illegible]
[illegible] bei der näheren Betra[illegible]
[illegible] inzwischen hindert dieses [illegible]
[illegible] annehmenden Hitze der [illegible]
[illegible] einen bedeutenden Antheil an d[illegible]
[illegible] Inwiefern diese mit d[illegible]
[illegible] selbst bis zur Glühhitze [illegible]
[illegible] Wärme des Innern der Erde, wenn gleich wahrsch[illegible]
[illegible] Zweifel erhaben sey, ist b[illegible]
[illegible] werden; wenn wir aber dann be[illegible]
[illegible] Theorie der Vulcane noch [illegible]
[illegible] Ausschluss alles bloss Wahrsch[illegible]
[illegible] so dürfen wir d[illegible]
[illegible] Wirkungen auch den Einfluss der [illegible]
[illegible] als zulässig erkennen. [illegible]
[illegible] Gay-Lussac[3] seine Prüfung d[illegible]

---

[1] [illegible] de la Terre. [illegible]

[2] [illegible] Temperatur des Innern der Erde. S. 233.

[3] [illegible] Ann. de Chim. et Phys. T. XXII. p. 415.



die vulcanischen Actionen aufgestellten Hypothesen mit vielleicht allzubescheidenen Bekenntnifs, dafs er nicht llseitigen Umfang von Kenntnissen zu besitzen glaube, o schwierige Phänomene völlig genügend zu erklären. beiden angegebenen Hypothesen mufs Luft oder Wasler beide zusammen zu den Herden der Vulcane dringen. ,uft steht die Verstopfung der Krater durch Lava entgeauch würde sich das Heben so schwerer Lavasäulen nicht ı zurückführen lassen. Dafs dagegen das Wasser bei vulcanischen Eruptionen eine bedeutende Rolle spiele, inen Augenblick zu bezweifeln; wie dasselbe aber zu lerden der Vulcane gelange, wie sich seine dortige Exwit der fortdauernden Glühhitze in jenen tieferen Räudie übrigens noch keineswegs erwiesen ist, vereinigen dieses zu enträthseln führt zu unüberwindlichen Schwieten. Weit leichter läfst sich nach seiner Meinung anen, dafs die Bestandtheile der Laven, als Kieselerde, , Kalk, Natron und Eisen, in nicht oxydirtem Zustande nden sind, dafs das Wasser zu ihnen dringt, zersetzt und dadurch die vulcanischen Erscheinungen hervorruft. us würde die Entwickelung einer enormen Menge Hyngas folgen; allein Gay-Lussac sah bei seiner Anweit in Neapel im J. 1805, dafs glühende Lavamassen bis Meter hoch geworfen wurden, denen ein schwarzer dicker ı folgte, welcher die Lava emporgeschleudert hatte, aber ısem konnte keine bedeutende Menge von Wasserstoffvorhanden seyn, weil schon die Hitze der Lava mehr als ichte, dasselbe beim Zutritt der atmosphärischen Luft zu nden. Möglich wäre indefs, dafs der Wasserstoff nach Zersetzung des Wassers sich mit Chlor zu Salzsäure ver-, von deren Anwesenheit nach Breislak, Ménard de la ε, Monticelli u. A. viele Spuren vorkommen, obı Gay-Lussac nur die des schwefligsauren Gases durch Geruch erkannte. Inzwischen findet sich das Kochsalz in e in der Lava, so dafs Monticelli und Covelli durch es Auswaschen 9 Procent erhielten. Wären aber das Sin, Aluminium und selbst auch Eisen als Chlorüren im n der Erde enthalten, so würden sie beim Zutritt des sers eine bedeutende Hitze erzeugen, und auch die aufende schweflige Säure scheint durch Zersetzung des Was-

sers zu entstehn. Alle diese und noch sonstige chemi-
Verbindungen machen es nach GAY-LUSSAC sehr wahrsch-
lich, dafs Seewasser in die Vulcane dringt, und der Ein-
dafs dann die Lava durch ebendiese Canäle einen Ausweg
den würde, statt bis zum Ausgange der Krater gehoben
werden, fällt weg, weil die auf jeden Fall engen Oeff-
gen, wodurch nur wenig Wasser während der langen
der Vulcane herzufliefst, bald durch Lava verstopft seyn
ten. Um aber sicher fufsen zu können, müfsten die
die Vulcane erzeugten Producte sämmtlich genauer bek-
seyn, und in dieser Beziehung bieten die oben erwähnten
sultate, welche BOUSSINGAULT bei der Untersuchung der
den americanischen Vulcanen aufsteigenden Gasarten erh-
in denen sich weder Wasserstoffgas noch salzsaures Gas
sehr bedeutende Schwierigkeiten dar. G. BISCHOF[1], we-
diesem Probleme neuerdings die gröfste Aufmerksamkeit
widmet hat, beweist daher aus allerdings triftigen Grü-
dafs die chemische Hypothese zur Erklärung der vulca-
Erscheinungen nicht genüge, und dafs diese vielmehr a-
fortdauernden Glühhitze im Innern der Erde abzuleiten
eine Theorie, die nach Vorausschickung einiger minder
deutenden Hypothesen eine nähere Erörterung verdient.

Die Untersuchungen BREISLAK's[2] fallen in eine Z-
als die vielen Versuche über die mit der Tiefe zu-
mende Wärme der Erde noch nicht allgemein bekannt w-
ren, und die Rücksicht auf die in Italien so häufige Erz-
gung von brennbarem Gase und von den dort überall
findenden reichen Erdölquellen führten ihn daher zu
Vermuthung, dafs Erdpech und Naphtha einen we-
chen Bestandtheil der tieferen Erdschichten und ein bedeu-
des Beförderungsmittel der vulcanischen Feuer abgeben
ten; allein der Ursprung ebendieser, allerdings in grofsen M-
sen vorhandenen, Substanzen ist höchst schwierig nachzuw-
sen, wie wir bald sehn werden, und zugleich würde
Menge und die Art ihres Brennens zur Erklärung der vul-
nischen Thätigkeiten nicht genügen. Nach D'AUBUISSON[3]

1 Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers. S. 257 f.
2 Institutions géolog. T. III. p. 26.
3 Traité de Géogn. T. I. p. 211.

Entstehung und die Fortdauer der Hitze in den Vulcanen
e Folge der unausgesetzt statt findenden chemischen Ver-
dungen; er neigt sich sonach mehr oder ausschliefs-
zur chemischen Hypothese hin, statt dafs Biot[1] der ent-
gengesetzten huldigt, indem er annimmt, die ungleich
hte und mit vielen Höhlungen und Rissen versehene Erd-
ste befinde sich über einem heifsen, vielleicht noch glü-
den Erdkerne, dessen Hitze durch die Krater der Vul-
e auf der Erdoberfläche zum Vorschein komme. Nach
ystanowski[2] soll der Schwefel die Ursache des Brennens
den italienischen Vulcanen abgeben, allein diese Hypo-
se genügt den Phänomenen überall nicht. Wenn aber
acke[3] von den unerwartet starken Wirkungen des von
vielseitig untersuchten Knallgasgebläses eine Anwendung
die vulcanischen Feuer zu machen geneigt ist, so kann
es nur als eine hingeworfene Idee gelten, weil sich bei
erer Entwickelung bald ergeben würde, dafs die noch
hwebenden Dunkelheiten hierdurch wenig oder gar kein
ht erhalten. Daubeny[4] entfernt sich ganz von Cordier's
orie und leitet die Hitze von früheren und fortdauernd
findenden chemischen Processen ab, durch welche zu-
ch die sich stets gleichbleibende Wärme der Thermalquel-
bedingt werden soll. Auch Ampère[5], welcher die ge-
mten älteren und neueren vulcanischen Eruptionen mit der
ildung der Erde in Verbindung setzt, die nach Herschel's
icht durch Verdichtung der in den Nebelflecken vorhan-
en urweltlichen Massen entstanden seyn soll, ist Anhänger
chemischen Theorie und findet die Hypothese einer mit
Tiefe unablässig zunehmenden Wärme ganz unhaltbar,
m er vielmehr die gröfste Hitze der Erde in diejenige Ku-
hicht setzt, wo die bereits gesäuerten Metalloide an die
t oxydirten grenzen. Die Resultate der bisherigen Mes-
en scheinen ihm für die daraus abgeleitete Folgerung kei-
egs genügend, da sie nur bis zu $\frac{1}{1400}$ des Erddurchmessers

Journ. des Savans. 1822. p. 241.
Ueber den Ursprung der Vulcane in Italien. 1822.
G. LXIII. 55.
Encyclopaedia Metropolitana. T. XL. Art. Volcanos.
Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXVI. p. 389.

reichen, mithin noch keineswegs bis an die bezeichnete Gre
und die sämmtlichen bisher angestellten Versuche müssen
her allerdings eine zunehmende Hitze zeigen, weil von
ser Scheidungsfläche an die Erdkruste äufserlich abgekühlt
Eine tiefer hinabreichende Zunahme der Wärme würde d
führen, den Erdkern für flüssig zu halten, aber diejenigen,
dieses annehmen, haben nicht berücksichtigt, dafs dann
im Ganzen flüssige Erde noch gröfsere Wechsel ihrer G
durch den Einflufs des Mondes erleiden müfste, als derjeni
ist, den wir beim Wassergehalte derselben in der Ebbe u
Fluth wahrnehmen[1]. Dagegen ist die durch chemische V
bindungen erzeugte Wärme genügend, um die Hitze in g
fseren Tiefen und die vulcanischen Phänomene daraus ab
leiten. Als eine secundäre Ursache derselben können jed
wie AMPÈRE meint, die elektrischen Ströme gelten, die d
die Berührung zweier Schichten heterogener Massen er
werden. Aehnliche Strömungen existiren auch auf der E
oberfläche, welche den tellurischen Magnetismus und
Variationen bedingen, jedoch sind diese Strömungen w
energisch wegen der geringeren Leitungsfähigkeit der b
oxydirten Erden, die noch obendrein durch die ungleiche E
wärmung vermittelst der abwechselnd mehr oder weniger
fallenden Sonnenstrahlen modificirt wird. Das erwähnte A
gument AMPÈRE's, wonach sich eine Einwirkung des M
auf die flüssige Masse des Erdkerns zeigen müfste, wenn m
Lavaströme für emporquellende Theile derselben halten w
hat auch LYELL[2] geltend gemacht und dabei bemerkt,
müfsten dann nicht blofs die Lavaergüsse aus den V
mit der Ebbe und Fluth wechseln, sondern die U
welche letztere erzeugen, müfsten auch vorzugsweise
im Krater auf Stromboli stets wallende Lava einen E
zeigen. Sinnreich meint derselbe, was wohl zu beachten
dafs die Veränderungen unseres Erdkörpers in einem ge
Zusammenhange stehn, wonach die einzelnen Einwirk

---

1 Der Einwurf ist allerdings sinnreich, allein man mufs d
berücksichtigen, dafs die Fluidität der Massen des Erdkerns
den Fall eine weit geringere, als die des Wassers seyn würde,
gerechnet dafs jene in eine sehr dicke und feste Hülle eingesch
sind. Vergl. *Temperatur des Erdkerns.* S. 257.

2 Principles of Geology. T. II. p. 284.

Digitized by Google

gegenseitig balanciren, um einen stets wiederkehrenden
slauf hervorzubringen. Das zur Säuerung der Alkaloide
gewordene Hydrogen könne daher wieder zur Desoxydi-
der Metalloide dienen und diese dadurch zu einer neuen
dation vorbereiten. Wie sinnreich übrigens dieser Ge-
e auch seyn mag, so fühlt man doch zugleich, dafs ihm
zur Erklärung eines wichtigen Problems erforderliche
rfe und Bestimmtheit fehlt.

Der jüngere Herschel[1] hat eine neue Theorie aufge-
, welche auf folgenden Hauptprincipien beruht. Wir
en voraussetzen, dafs der Erdkern sich in einem, den
elzpunct bedingenden Zustande der Glühhitze befindet, die
othermischen Linien aber haben im Ganzen die Gestalt
äufseren Erdoberfläche. Wenn dann hauptsächlich im
e, weniger durch Flüsse, als durch sonstige Ursachen, eine
chtliche Anhäufung von Erde u. s. w. entsteht, so wird
Wärme von innen heraufsteigen und könnte an der Stelle,
vorher die äufsere Temperatur hatte, bei hinlänglicher
bis zur Glühhitze wachsen. Sinkt dann irgend ein Theil
einem durch vermehrten Druck oder durch abschüssige
dungen entstandenen Bruche herab und gelangt bis zu
noch flüssigen Masse des Erdkerns, so wird letztere nach
chen Gesetzen aufsteigen, und kommt sie bis dahin, wo
Wasser aus der früheren Zeit zurückgeblieben und über-
t die Masse damit gesättigt ist, so werden Wasserdämpfe
det, die dann die Decke in die Höhe treiben und sie
eder blasenartig erheben oder durchbrechen, und die
ts statisch in die Höhe gehobene geschmolzene Masse
als Lava ausfliefsen. Finden diese Ereignisse in tiefen
en statt, so werden sich dort blofs vulcanische Ausbrü-
zeigen, die aber durch Abkühlung, und weil die Masse
hoch genug gehoben werden kann, wieder aufhören; die
sten Anhäufungen entstehn an den Meeresküsten und
r ziehn sich an diesen die Oeffnungen der Vulcane hin.

Herschel selbst bemerkt mit einer grofse Gelehrte nicht
n zierenden Bescheidenheit, es solle das Gegebene keine
ntliche Theorie seyn, sondern nur ein Versuch, die be-

---

1 London and Edinb. Philos. Mag. N. LXVI. p. 212.

obachteten Erscheinungen an bekannte Thatsachen zu knüp… Das Ganze heifse also einfach blofs: die Schmelzhütte … Metalle im Innern der Erde vorausgesetzt, so wie das St… der Wärme, sich nach aufsen zu erheben, könne unter … ken Ablagerungen eine bis ans Glühen reichende Hitze … den noch mit Wasser gesättigten Schichten mittheilen, … heben und bei der unerschöpflichen Menge von Wärme … Innern der Erde die bei vulcanischen Eruptionen beob… ten Erscheinungen hervorrufen. Eine ähnliche, sehr … beachtende Idee hat Babbage[1] schon früher geäufsert. … die räthselhaften Veränderungen zu erklären, deren Spuren … am *Tempel des Serapis* bei Puzzuoli zeigen[2], nimmt er … wechselnde Hebungen und Senkungen an, deren Ursache … wiederholten Ueberlagerungen und in Aenderungen der Te… peraturen der älteren und neueren Schichten zu suchen … wobei er zugleich durch Berechnungen darthut, dafs es k… so grofsen Wärmezunahme bedürfe, um das Volumen … grofsen Masse von Felsarten so weit zu vermehren, daf… ses eine Hebung von mehreren Fufsen zur Folge haben … Was für bedeutende Anzeigen vorhanden sind, wonach Ve… änderungen der Temperatur ausgedehnter Erdschichten mit … ren Hebungen und Senkungen zusammenfallen, und von w… cher nicht geringen Wichtigkeit diese zur Erklärung m… Temperaturverhältnisse und des magnetischen Verhaltens … der Erdoberfläche sind, ist bereits an einem andern Orte … zeigt worden[3]. Andeutungen dieser Art sind daher allerd… wichtig genug, um ihnen die Aufmerksamkeit zuzuw… obgleich Herschel's Theorie schwerlich als genügend z… klärung der sämmtlichen volcanischen Erscheinungen … kann. Wollte man auch den ersten Ursprung der Feuerberg… die submarinischen Eruptionen daraus ableiten, wogegen … noch manche Einwendungen machen liefsen, so würde … doch keineswegs zureichen, um die ganze Reihe der v… canischen Erscheinungen, die Wechsel der Ruhe und d… Thätigkeiten, so wie den Ursprung der vielfachen Erzeug… der Feuerberge genügend daraus abzuleiten.

---

1 London and Edinb. Phil. Mag. N. XXVII. p. 213.

2 Vergl. Art. *Meer*. Bd. VI. S. 1606.

3 S. Art. *Temperatur*. S. 542 ff.

Google

Die vollständigste Theorie aller vulcanischen Phänomene neuerdings G. Bischof[1] aufgestellt, wobei hauptsächlich enigen gehaltreichen Untersuchungen zum Grunde liegen, von demselben früher über die Wärmeverhältnisse der Erde Publicum mitgetheilt worden sind. Gegen die Zulässigkeit r Ableitung der vulcanischen Ausbrüche aus chemischen etzungen, hauptsächlich nach Davy's Ansicht, dient ihm oben bereits erwähnte Abwesenheit des Wasserstoffgases r den vulcanischen Producten und die unermeſsliche Menge vorhandenen Kohlensäure als entscheidendes Argument. der Abwesenheit des Stickgases in den von Vulcanen ausoſsenen Gasarten geht aber hervor, daſs keine chemische etzung auf Unkosten der atmosphärischen Luft statt finkann, und auſserdem müſsten nach den Bestandtheilen Basalte und Laven, als den Erzeugnissen der angenomen chemischen Zersetzungen, hauptsächlich Silicium und nium reducirt werden, die jedoch nach Berzelius und aler keineswegs den Sauerstoff begierig aufnehmen[2]. in Gay-Lussac annimmt, daſs das freigewordene Wasoffgas sich mit Chlor zur Bildung von Salzsäure verbinde hieraus die groſse Menge des erzeugten Kochsalzes erbar werde, so läſst Bischof diesem Argumente allerdings chtigkeit widerfahren, findet jedoch einen Gegenbeweis em Umstande, daſs zwar, namentlich beim Vesuv und bei andern Vulcanen, salzsaures Gas vorkommt, bei an- aber nicht, und auf jeden Fall in keiner so groſsen ge, als aus dieser Hypothese folgen müſste, wofür zuh der Umstand entscheidet, daſs Kochsalz selten einen andtheil derjenigen Mineralquellen ausmacht, die in der thätiger oder erloschener Vulcane emporkommen. Aulem aber fand J. Lavini[3] in der absichtlich zur Entscheig dieser Frage genau untersuchten Asche des Vesuv von 2 zwar einige Hydrochlorate von Metallen, die früher als ormetalle vorhanden gewesen seyn und durch den Zutritt Wasserstoffs in Hydrochlorate verwandelt eine Entbing von Wärme begünstigt haben konnten, wie dieses nicht

---

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. LI. p. 25.

2 Poggendorff's Ann. I. 221. XI. 146.

3 Memorie d. R. Accademia di Torino. 1829. T. XXXIII. p. ff. Vergl. oben: *vulcanische Erzeugnisse*.

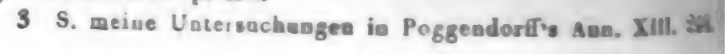
bei Chlorkalium und Sodium, wohl aber bei Chlork und vielleicht Chlormagnesium zu geschehen pflegt, all Menge dieser Verbindungen war selbst nicht in der von 1822, auf keinen Fall aber in der von 1794 ge um die Entbindung der bei vulcanischen Ausbrüchen v denen enormen Glühhitze daraus abzuleiten.

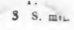
Bischof leitet dagegen die gesammten vulcanisch scheinungen von der Hitze im Innern der Erde ab. bisher bekannt gewordenen genaueren Messungen der Tiefe zunehmenden Erdwärme[1] folgert er, dafs in 1135 126829 Fufs Tiefe die Schmelzhitze der Laven herrscht, obgleich die Elasticität des Wasserdampfes bei dieser T ratur nicht ausreichen würde, um eine so hohe Lav heben, so ist doch leicht denkbar, dafs der Wasserda ben und durch die geschmolzenen Massen aufsteigt oberen Lagen derselben emporschleudert, weswegen übereinstimmenden Beobachtungen von Spallanzani, S und Hoffmann der Stromboli abwechselnd Laven und wolken auswirft. Zugleich nimmt er eine Verbindung schen dem Meere und den vulcanischen Herden an, letzteren auf diese Weise Wasser zuzuführen, und es ist nicht schwer zu zeigen, dafs das Eindringen des W genügender Tiefe statt finden kann, um die Lava Kratern der Vulcane herauszuschleudern, ohne dafs der drostatische Druck des Wassers zu gering wäre, Elasticität des Dampfes den gehörigen Widerstand zu um so mehr als der Wasserdampf in den engen Canäle der verdichtet wird. Die häufigen Beobachtungen vom wallen des Meeres und vom Aufsteigen gewaltiger massen aus demselben in der Nähe thätiger Vulcane ohnehin einen positiven Beweis für eine solche Verbi der vulcanischen Herde mit dem Wasser der Meere. Bischof zugleich seine Zuflucht zu der bekannten Beh von Perkins nimmt, wonach der Wasserdampf nicht rothglühende Oeffnungen dringen soll[2], so ist die W dieser Thatsache auf jeden Fall sehr zweifelhaft[3], inzw

1 S. Art. *Temperatur im Innern der Erde*. S. 233.

2 Quarterly Journ. of Science 1827. p. 471. Ann. de Chi Phys. T. XXXVI. p. 435.

3 S. meine Untersuchungen in Poggendorff's Ann. XIII.





3 S. m

darf es dieses Hülfsmittels nicht, da auf jeden Fall nach r allezeit plötzlichen Verwandlung des eingedrungenen Wasrs in Dampf das noch in den engen Rissen befindliche 'asser durch die Adhäsion an die Wandungen und die aus n zahlreichen Krümmungen entspringenden Hindernisse seir freien Bewegung einen genügenden Widerstand entgegentzt, und zudem wird sehr richtig bemerkt, dafs die Lava lbst die Canäle verstopfen müsse, woraus sich dann die Perioden r Ruhe nach beendigten Ausbrüchen leicht erklären, wenn an zugleich berücksichtigt, dafs das zuerst eindringende 'asser an sich und bei seiner Verwandlung in Dampf beutende Abkühlung bewirkt und dadurch Risse und Spaltungen zeugt, die sich aber nachher durch die von unten herauf ıdringende Hitze und durch die in den glühend heifsen 'asserdämpfen theils geschmolzenen, theils erweichten Massen ieder verstopfen. Die Abkühlung kann aber bei einigen Vulmen auch so weit zunehmen, dafs keine geschmolzenen Mas-n mehr ausgeworfen werden, wohl aber mehr oder minder eifse Dämpfe, was dann den Uebergang zur Erzeugung der eifsen Quellen bildet, oder aber die Verstopfung wird allgeıein und der Vulcan kommt in die Reihe der erloschenen. las Eindringen des Wassers bis zu den Herden der Vulcane nterliegt aber nach den oben bereits erwähnten Thatsachen einem Zweifel; denn wollte man auch bei einigen keine Verindung mit dem Meere zugeben, so müssen doch nothwendig ie hydrometeorischen Wasser sich bis dahin herabsenken. liermit im genauesten Zusammenhange steht dann die oben l. b. I.) mitgetheilte Beobachtung, dafs beim Aetna die Menge er Ausbrüche durch die gröfsere Quantität des Regens beıngt zu seyn scheint.

Aus diesen mehr im Einzelnen entwickelten Gründen, die ırch eine reiche Zusammenstellung vieler Thatsachen unterützt werden, führt G. Bischof die gesammten vulcanihen Erscheinungen auf die Wirkungen der Wasserdämpfe ırück, die aus dem in die Erde sinkenden Meereswasser ler dem Quellwasser erzeugt und in den enormen Rauch-olken der Vulcane als Wasserdampf ausgeworfen werden, ie dann zugleich auch die Laven herausschleudern und die ıhlreichen Hebungen bewirken, denen selbst die in Skanınavien beobachteten beizuzählen sind. Gegen die letztere

Ansicht dürften sich wohl die bedeutendsten Zweifel erheben lassen, sofern es in der That schwer vorstellbar ist, wie die allgemein und auch namentlich bei den vulcanischen Phänomenen plötzlich wirkenden Wasserdämpfe so langsame, viele Jahre anhaltende, bald mehr, bald weniger zunehmende Erhebungen erzeugen sollten, denen die namentlich in Grönland wahrgenommenen Senkungen gegenüber stehn. Zur Erklärung der letzteren Phänomene scheint mir die bereits oben[1] aufgestellte Hypothese, wonach die Erdkruste ungleich erwärmt ist und aus noch nicht genügend erforschten Ursachen bald mehr, bald weniger Wärme aus dem Innern aufnimmt, gegentheils aber nach aufsen abgiebt, dadurch dann entweder ausgedehnt oder zusammengezogen wird, bei weitem den Vorzug zu haben, um so mehr, wenn man berücksichtigt, dafs nach Babbage's eben erwähnter Berechnung es keiner so grofsen Veränderung der Temperatur bedarf, um die Felsmassen so stark auszudehnen, dafs dadurch eine Hebung von solchen Fufsen erzeugt wird. Die chemische Hypothese hat dabei allerdings den Vorzug, dafs sie die Erklärung des Ursprungs der bedeutenden Hitze mit einschliefst, allein der speciellen Ansicht Davy's steht das Fehlen des Wasserstoffgases als unübersteigliches Hindernifs entgegen und keine andere Modification dieser Theorie genügt allen Erscheinungen hinlänglich, so dafs die durch G. Bischof aufgestellte Hypothese der Summe aller Erscheinungen offenbar am besten genügt, sobald man einmal die grofse Hitze in so beträchtlichen Tiefen als thatsächlich begründet annehmen darf, was mindestens einen sehr hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich hat. Übrigens versteht sich wohl von selbst, dafs diejenige Wärme welche durch den Chemismus in Folge der statt findenden vielfachen Verbindungen, die zur Erzeugung der verschiedenen vulcanischen Producte dienen, erzeugt wird, als bei den Processen mitwirkend gelten müsse, was sich wohl noch durch specielle Untersuchungen darthun liefse, ohne dafs dadurch der Ableitung der Hitze aus der hohen Temperatur des Erdinnern als Hauptursache Abbruch geschieht. Dabei verdient aber vor allen Dingen noch der Umstand Berücksichtigung, dafs durch die zahlreichen vulcanischen Processe eine so be-

---

1 S. Art. *Temperatur*. S. 544 ff.

Digitized by Google

ende Verminderung der Erdtemperatur bedingt zu werden int, die mit der unveränderlichen Rotationszeit des Erd- im Widerspruche steht. Man könnte hiergegen aller- s einwenden, dafs die grofsartigsten vulcanischen Ausbrü- allezeit nur unbedeutend in Beziehung auf die Gröfse der en Erde sind, allein wenn eine solche Ursache in der im- hin bedeutenden Ausdehnung, wie sie hierbei wirklich statt et, unablässig wirkt, so müfste sich nach Jahrhunderten Jahrtausenden nothwendig eine Wirkung zeigen, die wir ch hinsichtlich des vorliegenden Problems nicht wahrneh- . Dürfen wir aber den tellurischen Magnetismus für Ther- nagnetismus halten, wie aus vielen Gründen mindestens wahrscheinlich wird, so deuten die Wechsel desselben, sich in den Veränderungen der Declination und Inclina- deutlich zeigen, unverkennbar auf Oscillationen der Tem- itur an verschiedenen Orten unserer Erde, obgleich aus angegebenen Gründen die vorhandene Menge der Wärme eres Planeten als stets unveränderlich gelten mufs. Als ifs darf inwischen angenommen werden, was in Bezie- g auf die Erklärung der Naturerscheinungen von höchster chtigkeit ist, dafs bei der Grofsartigkeit der Operationen Natur ungeachtet aller partieller höchst bedeutender Os- itionen dennoch der Zustand des Gleichgewichts stets er- en wird.

Als Gegner dieser Hypothese und bleibender Anhänger schon früher lebhaft vertheidigten Ansicht Davy's ist bENY[1] aufgetreten, wobei er die gegen diese letztere auf- ellten Argumente einzeln zu widerlegen und nach seiner inung neue Gründe für dieselbe aufzustellen sich bemüht. scheint mir sachgemäfs, den Gang der Untersuchungen es berühmten Geologen hier kurz mitzutheilen. 1) Der e Einwurf soll darin liegen, dafs die Vulcane nicht stets der Nähe des Meeres gefunden werden, wogegen jedoch leicht nachweisbare Anwesenheit von theils süfsem, theils ilzenem Wasser in geringer Entfernung von Vulcanen sich end machen läfst; allein hierüber kann nicht wohl ein

1 Edinburgh New philos. Journ. N. LII. p. 291. Aufser dessen eits erwähnten Schriften vergl. Encyclop. metrop. Art. Volcanic ology.

Digitized by Google

Streit statt finden, da nach beiden Hypothesen das Wasser unentbehrliches Agens ausmacht. 2) Gegen das zweite Argument, dafs bei dem steten Aufsteigen von Wasserdampf mit Lavaströmen aus den vulcanischen Kratern die atmosphärische Luft nicht in genügender Menge eindringen könne, um durch ihren Sauerstoffgehalt die Metalloide zu säuern, wird der stete Wechsel der Temperatur und die in dessen Folge statt findende Erzeugung von Räumen mit verdünnter Luft geltend gemacht; allein es handelt sich nicht eigentlich hierum, sondern um den unbezweifelten Mangel an Stickgas bei den vulcanischen Exhalationen, statt dafs dieses in unermefslicher Menge aufsteigen müfste, wenn man eine Säuerung der reducirten Erden durch atmosphärische Luft annehmen wollte. 3) Um die Abwesenheit des Wasserstoffgases zu erklären, beruft sich DAUBENY auf die Menge der vorhandenen Salzsäure und Hydrothionsäure und glaubt den Ursprung des hier vorhandenen Wasserstoffs nur aus der chemischen Theorie erklären zu können, was jedoch aus einer genauen Würdigung der Thatsachen schwerlich folgen dürfte. 4) Der Mangel an atmosphärischer Luft in der ungeheuren Menge der an Orten erloschener Vulcane aufsteigenden Kohlensäure wird theils durch die Behauptung geschwächt, dafs wirklich diese Luft in den Mofetten nicht ganz fehle, und dann aus der Entstehung der Kohlensäure erklärt, die ohne ununterbrochene chemische Processe durch die fortdauernde Hitze aus Kalksteinen entbunden werde. 5) Noch weniger Schwierigkeit verursache die Erklärung der Abwesenheit von Stickgas nach BOUSSINGAULT, weil dieses Gas theils in mineralischen Quellen sich in Menge finde, theils zur Erzeugung von Ammoniak diene. 6) Als schwach begründet dürfte die Widerlegung des sechsten Einwurfs erscheinen, dafs die Erdmetalloide in der That so oxydabel nicht sind, als sie seyn müfsten, wenn auf ihnen die Erzeugung der enormen Hitze beruhn sollte. Hiergegen sagt DAUBENY, Silicium werde durch Hydrogen und kohlensaure Alkalien leicht oxydirbar, Alumium verbrenne, wenn es über das Rothglühn erhitzt sey, Calcium und Magnium aber entzünden sich noch leichter, und die Radicale der Alkalien könnten daher durch Zutritt von Wasser leicht eine für jene Processe genügende Hitze erzeugen. Allein die Annahme des Vorhandenseyns einer hierzu genügenden Menge von Kalium und

trium ist nicht begründet, und der Kalk mufs wohl im ılensauren Zustande ursprünglich vorhanden seyn, wenn man Entbindung der ungeheuren Menge von Kohlensäure er-ren will. 7) Das aus dem specifischen Gewichte der Erde, glichen mit dem der nicht oxydirten Grundlagen der Fos-en hergenommene Argument, welches Daubeny durch die rgleichung des spec. Gewichts der Laven und ihrer Be-adtheile zu widerlegen sucht, scheint mir überall von kei-Bedeutung zu seyn, weil wir nicht wohl von den Er-ıgnissen der Vulcane auf die den innersten Erdkern bilden-ı Stoffe zu schliefsen berechtigt sind. 8) Gay-Lussac int, das aus dem Wasser entbundene Hydrogen bilde mit lor Salzsäure, welche Gasart jedoch nach Boussingault i den Vulcanen unter dem Aequator fehlt. Hiergegen führt och Daubeny an, dafs Davy salzsaures Gas beim Vesuv im J. 15 und 1829, er selbst dort 1834 und bei der Solfatara auf Vulcano 25 in grofser Menge gefunden habe; aufserdem sey es auf Island, a, so wie beim Idienne und Purace gefunden worden, die Menge s Salmiaks nicht zu rechnen, die als Hauptproduct der Vul-ıe zum Vorschein komme. Hierbei kommt es wohl haupt-hlich auf die Bestimmung des Quantitativen dieser und der rigen Producte der Vulcane an, die auf jeden Fall als höchst hwierige Aufgabe erscheint. Endlich macht Daubeny ge-n Bischof noch den Vorwurf geltend, dafs derselbe manche, ch nach seiner Theorie statt findende, chemische Processe r nicht gewürdigt habe, namentlich den Ursprung des Schwe-lwasserstoffgases, des Salmiaks und die sehr allgemeine That-che, dafs die aus dem Innern der Erde aufsteigenden Gase der Regel weniger Sauerstoffgas enthalten, als die atmosphä-ische Luft.

Wenn man aber alle zahlreich vorliegende Thatsachen ırurtheilsfrei prüft, so lassen sich die gegen Davy's, durch re Einfachheit so empfehlenswerthe Hypothese aufgestellten wichtigen Einwürfe zwar wohl beseitigen, allein doch nur ırch so gehäufte und mitunter gewagte Hypothesen, haupt-ichlich wenn es darauf ankommt, den Mangel des Wasser-offgases zu erklären, dafs jene sinnreiche Theorie sich schwer-ch in demjenigen hohen Ansehn auf die Dauer behaupten ird, welches ihr anfangs zu Theil wurde. Bischof[1] dehnt

1 Edinburgh New Philos. Journ. N. LII. p. 347.

Digitized by Google

seine Theorie auch auf die Erklärung der mit den vulcanischen Thätigkeiten so genau verwandten Erdbeben aus, und erzählt ein in dieser Beziehung allerdings sehr beachtenswerthes Phänomen. Auf der bekannten Sainerhütte wurde ein [illegible] Fuſs langer, 31395 Pfund schwerer eiserner Cylinder gegossen. Nach Anfüllung der Form mit dem flüssigen Eisen brach dieses unten durch und sank bis 11 Fuſs unter die Form, also bis 25 Fuſs tief in den sandigen Boden. Bald darauf erfolgte eine erdbebenartige Erschütterung von solcher Heftigkeit, daſs die Arbeiter glaubten, das Haus werde einstürzen; ungefähr eine halbe Stunde nachher erfolgte eine zweite und nach [illegible] Stunden eine dritte. Da ungefähr in dieser Tiefe Canäle liegen, die das Regenwasser sammeln, so läſst sich schlieſsen, daſs durch diese Wasser herbeigeführt wurde, es fuhren auch unmittelbar nach dem Stoſse Dampfwolken aus den Oeffnungen der Canäle, und man kann sich leicht vorstellen, daſs dieselben durch Sand und Schlamm in Folge der Explosion für eine Zeit lang verstopft wurden, bis das Wasser allmählig wieder zu dem glühenden Eisen gelangte. Aus dieser Erscheinung im Kleinen läſst sich mit Grunde auf die Erdbeben im Groſsen schlieſsen, jedoch unterliegt es keinem Zweifel, daſs viele derselben auch durch Entwickelung von Gasen im Innern der Erde entstehn, wie schon daraus hervorgeht, daſs nach Le Gentil[1], v. Humboldt[2], v. Hoff[3] und Andern[4] bei Erdbeben in Folge der vorher und gleichzeitig mit ihnen aufsteigenden Gasarten und selbst Flammen verschiedene Thiere durch den Geruch derselben unangenehm afficirt und selbst getödtet werden, so wie nicht minder aus den in vulcanischen Gegenden häufigen und starken Entwickelungen von Kohlenstoff oder Schwefel enthaltendem Wasserstoffgas aus der Erde, wovon später die Rede seyn wird.

Daſs Wasserdampf Erdbeben zu erzeugen vermöge, wenn als ausgemacht angenommen wird, daſs sie durch anderweitige elastische Flüssigkeiten hervorgebracht werden können, unter-

---

1 Nouveau Voyage autour du Monde. T. I. p. 172.

2 Reisen. Deutsche Ueb. Th. I. S. 499. Relat. Histor. T. [illegible] p. 157.

3 Poggendorff's Ann. VII. 292. IX. 393. u. a. a. O.

4 Vergl. *Erdbeben*. Bd. III. S. 804.

keinem Zweifel, und ebenso gewifs ist wohl der Schlufs, wegen des innigen Zusammenhanges zwischen den vulcaen Thätigkeiten und den Erderschütterungen die erzeule Ursache der ersteren auch die letzteren hervorzurufen Stande seyn müsse; allein dadurch wird noch nicht genau bestimmt klar, auf welche Weise elastische Flüssigkeiten solche Wirkung hervorzurufen vermögen, und diese Aufscheint mir auch durch Bischof nicht scharf genug ins gefafst zu seyn. Blofse Entbindung, Anhäufung und nung elastischer Flüssigkeiten, bis zu welchem Grade s auch seyn möge, kann allerdings Hebungen von Berund Inseln bewirken, aber nicht so leicht und unmittelein unterirdisches Getöse und mehrmals wiederholte, als liche Stöfse sich äufsernde, selbst von drehender Bewebegleitete Erschütterungen, die vielmehr das Resultat als wiederkehrender Entbindungen, Verpuffungen oder auch chluckungen stark gespannter elastischer Flüssigkeiten zu scheinen. Die von Kries aufgestellte Hypothese, wosich im Innern der Erde Knallgas bildet, welches durch d eine Ursache entzündet diese heftigen Erschütterungen ugen soll, ist daher diesen Phänomenen sehr angemessen, n sie setzt eine so allgemeine und stets, selbst bei erloenen Vulcanen, fortdauernde Entbindung von Wasserstoffvoraus, wie dieselbe mit der Seltenheit dieser Gasart unden vulcanischen Erzeugnissen nicht wohl vereinbar ist. durch Bischof mitgetheilte Thatsache einer dreimal wieolten kleinen Erderschütterung durch plötzlich erzeugte serdämpfe ist daher ein sehr wichtiger Anhaltpunct für die ellung dieser stets noch nicht genügend erklärten Phänoe, da es sehr nahe bei der Sache liegt, anzunehmen, dafs ser zu den glühenden Massen in bedeutender Tiefe herkt und dort plötzlich in Dampf verwandelt wird, welcher t blofs momentane Erschütterungen erzeugt, sondern auch durch seine Elasticität das nachdringende Wasser zurückgt, bald niedergeschlagen oder entweichend ein Vacuum herft, wodurch eine neue Quantität Wasser herbeigezogen l, und durch diesen Wechsel die verschiedenen, bei den eben beobachteten Erscheinungen bedingt. Wenn aber t alle Erdbeben aus dieser alleinigen Ursache abgeleitet den können, was aus der starken Entbindung mephitischer

Gasarten in Gegenden, die diesen Phänomenen vielfach au-gesetzt sind, und aus der Sicherung ebendieser Länder gegen solche Verheerungen durch Ableitungscanäle der elastischen Medien in einem sehr hohen Grade wahrschei-wird, so muſs man wohl noch zu andern Ursachen seine Zuflucht nehmen, und dann liegen offenbar chemische Operationen am nächsten, deren einige, namentlich die Verbin-des Schwefels mit Eisen, die Zersetzung von Chlor mit Wasserstoffgas durch den Einfluſs des Lichtes u. s. w., die hef-sten Explosionen zu erzeugen vermögen. Welche eigentlichen Processe dieser Art aber als die wahrscheinlichsten Ursachen der Erdbeben anzunehmen sind, diese Frage gehört sehr in das Gebiet der Chemie, als daſs ich mir eine genügende Beantwortung derselben zutrauen sollte.

Es dürfte hier der geeignete Ort seyn, einige Nach-zu den Untersuchungen über die Erdbeben aufzunehmen, von bereits oben[1] ausführlich gehandelt worden ist. Rück-lich der Erscheinungen im Allgemeinen läſst sich nichts W-tiges hinzusetzen, auſser etwa ein merkwürdiges Beispiel grofsen Gewalt der Erschütterungen, die zuweilen in verticaler Richtung statt finden; denn bei dem starken Erdbeben in Chili am 10ten Nov. 1837 wurde zu Fort St. C- ein 10 Meter tief in die Erde gesenkter und mit drei Kl-mern befestigter Mastbaum so herausgeworfen, daſs das L-ganz rund blieb und keine Erde weggerissen war[2]. Bei Erdbeben zu Kutch in Indien am 16ten Juni 1819 waren Schwankungen so stark, daſs die Menschen dadurch ähnliche Weise, als durch die Schwankungen eines die krankheit hervorrufenden Schiffes, afficirt wurden[3]. Im gemeinen giebt es wohl keinen andern Theil der Erde, cher so oft von den gewaltsamsten Erdbeben heimge-wurde, als die Westküste der südlichen Hälfte von Am- und die vielen Berichte der dort beobachteten Erderschütterungen geben daher die genaueste Kenntniſs solcher Kata-

1 S. Art. *Erdbeben*. Bd. III. S. 800.

2 L'Institut VIme Ann. N. 227. p. 190. Ann. de Ch. et P. LXVIII. p. 204.

3 Edinburgh Philos. Journ. N. V. p. 120.

ı. Nach Stevenson[1] darf man alle Jahre auf mehr als gefaſst seyn. Unter die stärksten rechnet derselbe die zu uipa in den Jahren 1582; 1604; 1687; 1715; 1784; ; zu Lima in den Jahren 1586; 1630; 1687; 1746; ; zu Quito in den Jahren 1587; 1645; 1698; 1757 und . Das von 1806 zu Lima hatte Stevenson selbst Geleeit zu beobachten. Man wunderte sich darüber, daſs das hnliche dumpfe Getöse, welches den Bebungen vorausın und sie zu begleiten pflegt, damals nicht wahrgenomwurde; auch sagte man, daſs die Hunde es nicht vorher t und die Schweine es nicht gerochen hätten. Auch ei schien die Bewegung schaukelnd zu seyn, wie in ei-Bote, wenn man sich der Küste nähert. An verschie-Stellen des Meeres wurden aufsteigende Flammen ge-, wie auch in einigen Niederungen aus der Erde empornde, und das Vieh, welches das dortige Gras gefressen , starb danach. Die Groſsartigkeit dieser Erscheinungen n dortigen Gegenden hat eine Menge von Beschreibunler einzelnen vorzüglichen herbeigeführt, z. B. des Erds vom 20sten Febr. 1835 durch Caldcleugh[2], und zuı sind sie in jenen Gegenden so zahlreich, daſs Bousult[3] meint, man könne die Erde für unaufhörlich behalten, wenn man alle im bewohnten Theile America's genommenen Erschütterungen zusammenzählen wollte. Die trophen dieser Art in Peru und Chili treffen nicht bloſs and, sondern auch das Meer an jenen Küsten nimmt tenden Antheil daran, wie man leicht aus den geschicht-Nachrichten ersieht, welche Woodbine Parish[4] über

---

Reisen in Arauco, Chile, Peru und Columbia. Weim. 1826. S. '6 u. a. a. O.

An account of the great Earthquaque experienced in Chili on . Febr. 1835. Vergl. Biblioth. univ. 1836. T. I. p. 143.

Ann. de Chim. et Phys. T. LVIII. p. 83. Von der groſsen der Erdbeben überzeugt man sich bald durch die hierüber aufen Verzeichnisse, z. B. durch v. Hoff in Poggendorff's Annalen urch die Liste der 1827 u. 1828 wahrgenommenen in Ann. de et Phys. T. XXXIX. p. 406., das nachträgliche Verzeichniſs dbeben von 1818 bis 1826 ebend. T. XXXIII. p. 402. und anusammenstellungen.

London and Edinb. Phil. Mag. N. XLVI. p. 181. Capitain

Digitized by Google

die Wirkungen jener durch Erdbeben bewegten Meer zusammengestellt hat. Wie bedeutsam aber solche Bewegungen sind, kann man sich leicht vorstellen, wenn man berücksichtigt, dafs den Angaben nach bei dem heftigen Erdbeben am 20sten Februar 1834 zu Conception und Talcahuano das Meer 33 Fufs über seinen gewöhnlichen Stand gehoben wurde[1].

Ein Zusammenhang zwischen den Erdbeben und den vulcanischen Thätigkeiten ist wohl nach den bereits erwähnten Thatsachen nicht mehr zweifelhaft, wenn auch beide Phänomene nicht allezeit und durch unmittelbare Causalnexus zusammenhängen. Als vorzüglich beweisend hierfür ist zu betrachten die Menge der Erderschütterungen in vulcanischen Gegenden, ferner das Aufsteigen von Flammen aus dem Meere und aus der Erde[2], wie nicht minder das Ausströmen von ähnlichen Gasarten, als welche durch Vulcane erzeugt werden, wobei nicht zu übersehn ist, dafs auch für das Aufsteigen von Dampf nicht wohl zu bezweifelnde Zeugnisse vorhanden

---

Bagnold, welcher sich längere Zeit zu Coquimbo an der Küste von Chili aufhielt, giebt die Zahl der in 12 Monaten sich ereignenden gröfseren Erdbeben auf nicht weniger als 61 an, ohne die kleinen zu rechnen. Von dem schrecklichen Erdbeben zu Lima am 30. März 1828 erzählt er, dafs ein englisches Schiff in der Bai von Callao an zwei eisernen Ankertauen lag. Das Schiff wurde entsetzlich hin und her geschleudert, die vorher ruhige See zeigte sich stark bewegt, die Gebäude von Lima schienen hin und her zu schwanken und man sah, wie ihre Spitzen in die unter ihnen ausgebreitete Staubwolke herabstürzten. An einigen Stellen schien das Meer zu sieden und als nachher die Ankerketten aufgewunden wurden, fand man die Glieder der einen, die in 36 Fufs Wassertiefe auf weichem Grunde gelegen hatte, 13 Faden vom Anker und 25 vom Schiffe an, beschädigt. Die etwa 2 Z. dicken Glieder schienen zum Theil geschmolzen und zeigten eingebrannte Löcher von 3 bis 4 Zoll Länge und ½ Z. Durchmesser, auch fand man in diesen und auf einigen Gliedern kleine Kugeln geschmolzenen Eisens, die sich leicht abstofsen liefsen. Einige dieser Glieder werden zu Portsmouth zum Andenken aufbewahrt. S. Quarterly Journ. New Ser. N. 3. p. 429.

1 L'Institut 1835. N. 117. p. 256.

2 Aufser den vielen bereits erwähnten Beispielen erwähnt Bischof in Edinb. N. Phil. Journ. N. LII. p. 351. noch die Fälle von Lissabon in Phil. Trans. XLIX. 415. und auf der Insel Matschian Hist. de la Conquête des Moluques. T. III. p. 318.

l. Dahin gehören hauptsächlich die Thatsachen, welche den langen anhaltenden Erdbeben beobachtet wurden, die dem December 1811 in der Gegend tobten, wo der Ohio dem Mississippi zusammenfliefst, und die wir aus den fen von Stanley Griswold an Mitchill kennen[1]. Es l von Augenzeugen behauptet, dafs sie aus den zahlrei- dort entstandenen Spalten nicht blofs Gasarten, sondern heifsen Dampf ausgestofsen werden sahen, woraus eine eigene von Wolken entstand. Auch Stücke von Lava wurden lbst ausgeworfen und eine Menge Bimsstein, welcher zum il auf dem Mississippi schwamm, wodurch der Zusammhang der Erschütterungen mit vulcanischen Actionen wohl er Zweifel gesetzt worden ist. Wenn aber auch Steinkohlen selbst Holzkohlen, ja sogar Holz, das am einen Ende ohlt und am andern wie in Steinkohle verwandelt war nkohlen), herausgeschleudert worden seyn sollen, weil man m Rande der Spalten fand, so ist dieses allerdings sehr in- sant, wenn anders die Thatsachen nebst den begleiten- Umständen als genau angegeben und gehörig constatirt n dürfen. Bei dem Erdbeben, welches am 23sten Febr. zu Oberwesel bei Bonn verspürt wurde, machte Gür- [2] die Bemerkung, dafs nach den Erdstöfsen alle metal- Geschirre von Schwefelwasserstoffgas angelaufen und das ser der Brunnen milchig geworden war; ebenso machte das Erdbeben von 1808 im Thale des Po das Wasser er Quellen trübe und milchig[3]. Dagegen wird bemerkt, bei dem Erdbeben in Chili am 19ten Nov. 1822 keine Spur aufsteigendem Gas oder Dampf wahrgenommen worden sey[4]. dem Aufsteigen solcher mephitischer Gasarten sind dann die Vorempfindungen der Thiere vor den Erdbeben und

---

A detailed Narrative of the Earthquakes which occurred on 6 day of Dec. 1811 .... and also a particular account of the quakings of the Earth occasionally felt from that time to the d 30 of January and the 7 and 16 of February 1812 and sub- ntly to the 18 of Dec. 1813 cet. by Sam. L. Mitchill, in Trans. e Soc. of Newyork. T. I. p. 281. Im Auszuge in G. XLVI. 113. tigger's Journ. Th. IX. S. 106.

Kastner Archiv. Th. III. S. 363.

S. Vassalli-Eandi in Bibl. Brit. T. XXXVIII. p. 156.

Edinb. Journ. of Science. N. XIX. p. 56.

zum Theil ihr Geheule und ihre grofse Unruhe während der Dauer derselben leicht erklärlich, wovon schon Le Gentil[1] viele Beispiele anführt. Alle diese zahlreichen Beweise sind sehr genügend, die Erdbeben aus keiner anderen Quelle, als aus vulcanischen Actionen abzuleiten; mindestens dürften die durch andere Ursachen erzeugten zu den seltenen Ausnahmen zu zählen seyn.

Sowohl an sich, als auch hauptsächlich in Beziehung auf den Zusammenhang der Erdbeben mit noch thätigen oder erloschenen Vulcanen ist es von grofser Wichtigkeit, die Richtung der meistens horizontal fortschreitenden, wenn auch gleichzeitig vertical aufsteigenden oder undulatorischen, Bebungen zu kennen, wobei dann noch als Nebenfrage in Betrachtung kommt, in welchem Zusammenhange diese Richtung mit den Gebirgsarten stehe, durch welche die Erschütterungen fortlaufen. Vor allen Dingen mufs man die grofsen Entfernungen bewundern, bis wohin sich die Bebungen erstrecken, wie namentlich in Beziehung auf das Erdbeben zu Lissabon[2] bereits angegeben worden ist. Es würde nicht schwer seyn, mehrere ähnliche Fälle dieser Art aufzufinden, wie denn unter andern das Erdbeben am 16ten Nov. 1827 zu Sta. Fé de Bogota in Columbia am 17ten Nov. (also wegen des Längenunterschiedes an dem nämlichen Tage) zu Ochotzk gleichfalls verspürt wurde. Die Richtung desselben war von SO. nach NW., welche über die mexicanischen Vulcane nach Sibirien hinläuft[3]. Hierdurch findet die Vermuthung, welche Egen[4] aufgestellt hat, neben ihrer inneren Wahrscheinlichkeit eine Unterstützung, dafs nämlich die Erdbeben von einem Centralpuncte ausgehen

---

1 Nouveau Voyage autour du Monde. T. I. p. 172. Vergl. v. Humboldt Reis. Th. I. S. 499. Th. II. S. 73. v. Hoff in Poggendorff Ann. XII. 567. XVIII. 46.

2 Vergl. Bd. III. S. 812. Weitere Nachrichten über die zu Düren in demselben Jahre 1755 und weiter 1756 wahrgenommenen Erschütterungen theilt Nöggerath in Schweigger's Journ. Th. LIII. S. 57. mit.

3 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXII. p. 129. Vergl. Edinb. Journ. of Sc. N. XVIII. p. 368.

4 Poggendorff Ann. XIII. 153. Die starken Erdbeben zu Lissabon 1755, zu Lima 1746 und in Calabrien 1783 gingen entschieden von einem gemeinschaftlichen Centralpuncte aus.

Digitized by Goo

ı in Radien von ungleicher Länge nach allen Seiten hin
breiten, jedoch so, dafs die in diesen Radien liegenden
e ungleich starken Erschütterungen ausgesetzt sind. EGEN
ehnt diese Behauptung aus genauen Untersuchungen an den
schiedenen Orten, wo das Erdbeben in den Rheingegenden
Februar 1827 verspürt wurde, NÖGGERATH[1] aber stellt die
lbst wahrgenommenen Phänomene mit dem gleichzeitigen
halten des Vesuv zusammen, ohne dafs jedoch nach den
EGEN aufgefundenen Thatsachen dieser Vulcan als der
tralpunct jener Erschütterungen zu betrachten seyn dürfte.
scheint es, als ob die Richtungslinien der in kürzeren oder
eren Perioden an den nämlichen Orten wiederholten Erd-
n sich im Ganzen gleichblieben; mindestens war dieses
den beiden Erschütterungen der Fall, die ich in den Jahren
2 und 1839 hier in Heidelberg erlebt habe, indem die
tung beide Male von SW. nach NO. hinlief; auch läfst
schon vermuthen, dafs im westlichen Europa zwischen
italienischen und isländischen Feuerbergen die Richtungs-
der Erdbeben im Ganzen von S. nach N. liegt, obgleich auch
andere von den Inseln des griechischen Archipels aus nach
d, also von SO. nach NW., hinzulaufen scheint. Unter den 27
Palermo[2] seit 1792 bis 1831 beobachteten Erdbeben war die
tung von 19 eine von O. nach W. sich erstreckende, von 4
von SW. nach NO. und von 4 eine von S. nach W. liegende.
unverhältnifsmäfsig grofse Zahl 19 erklärt sich leicht aus der
dieser Stadt gegen den Vulcan Aetna. Im oberen Theile
Südamerica scheint die Richtungslinie der Erdbeben häu-
von SO. nach NW. zu liegen, denn aufser dem bereits
hnten Falle zu Sta. Fe de Bogota wird auch von dem
eben in Chili am 19ten Nov. 1822 erwähnt, dafs die
und Spalten in dieser Richtung sich erstreckten[3]. Wenn
also wirklich nachweisen liefse, dafs die an den nämli-
Orten in nicht zu grofsen Zwischenräumen der Zeit sich
erholenden Erdbeben die nämliche Richtung zeigen, so-
die Ursachen derselben anhaltend von den nämlichen
ten der Erdkruste ausgehn, so scheint mir diesemnach

1 Schweigger's Journ. Th. LIII. S. 57.
2 HOFFMANN in Poggendorff's Ann. XXIV. 50.
3 Edinburgh Journ. of Sc. N. XIX. p. 56.

Digitized by Google

die oben mitgetheilte Ansicht Egen's der Wahrheit am nächsten zu kommen. Hierfür sprechen auch die von Zipser[1] über das in Ungarn am 15ten Oct. 1835 beobachtete heftige Erdbeben mitgetheilten Nachrichten. Diesem war in demselben Monate des Jahrs 1833 ein Erdbeben in der Auvergne vorangegangen, bei dem in Ungarn zeigte sich aber an einigen Orten eine Richtung von SO. nach NW., an andern von NO. nach SW. und an noch andern von O. nach W., ohne dafs jedoch eine Zurückführung dieser verschiedenen Richtungen auf einen gewissen Centralpunct versucht worden ist.

G. Bischof[2] hat eine Menge Thatsachen gesammelt, die einen Anhaltpunct zur Entscheidung der Frage geben, welche Felsarten am meisten zur Fortpflanzung der Bebungen geeignet sind. Im Allgemeinen läfst sich annehmen, dafs keine in dieser Beziehung einen Vorzug vor andern hat, außer rücksichtlich der Entfernung, bis auf welche die Bebungen fortgepflanzt werden. Merkwürdig ist aber die aus den Beschreibungen starker Erdbeben z. B. zu Smyrna[3], zu Messina[4], Kingstown in Jamaica 1792, zu Pignerol[5] 1808, in Calabrien[6], zu Talcahuano in Chili[7] u. a. a. O. entlehnte Folgerung, dafs die Erschütterungen heftiger auf Alluvium und Diluvium wirken, als auf feste Felsarten, indem Häuser, auf den letzteren erbauet, kaum beschädigt wurden, während die auf den ersteren errichteten Spuren der gewaltsamsten Zerstörungen zeigten. Nicht selten folgen die Bebungen der Richtung der Gebirgsketten, wie Palassou[8] aus den Erdbeben am 28sten Dec. 1779; 10ten Juli 1784; 8ten Juli 1791; 22sten Mai 1814 u. s. w. in den Pyrenäen folgert, wobei jedoch die südlicher liegenden Gegenden stärker mitgenommen wurden, als die Bergkette selbst. Das starke Erdbeben zu Caracas im J. 1813 hatte die Richtung der Cordilleren von ONO. nach

1 V. Leonhard und Bronn Jahrb. für Mineral. 1835. N. 2. S. 161.
2 Edinburgh New Phil. Journ. N. LII. p. 353.
3 Hist. de l'Acad. 1688. Buffon Hist. nat. T. I. p. 515.
4 Spallanzani Voy. T. IV. p. 138.
5 Journ. de Phys. T. LXVII. p. 288.
6 Oryktologische Bemerkungen über Calabrien. 1784.
7 Nautical Magazine. 1836. March and June.
8 Mém. pour servir à l'hist. nat. des Pyrén. p. 260 u. 916.

SW., ebenso das zu Cumana im J. 1797, und überhaupt ben die Erdbeben in Peru und Chili die Richtung der gron Andeskette, welche dort an den Küsten hinläuft[1], im gemeinen ist ihre Richtung in jenen Gegenden von N. nach Nach v. HOFF[2] folgen die Stöfse der Erdbeben häufig der :htung basaltischer Felsen und verbreiten sich nach beiden ten von diesen aus; es liegt jedoch in der Natur dieser änomene selbst, hauptsächlich in der Tiefe, wohin die sie eugenden Actionen zu setzen sind, und in der dort vorudenen, uns unbekannten, von der äufseren Configuration lleicht abweichenden Richtung der Felsen ein genügender und, anzunehmen, dafs die Erdbeben nicht allezeit den fen Gesteinen der Gebirgszüge folgen können, sondern sich unter willkürlich nach allen Richtungen verbreiten müssen. dlich folgt aus gleichen Gründen, dafs zwar im Allgeinen die Centralpuncte der Erdbeben in den Herden der lcane zu suchen sind, dafs sie aber zugleich auch an ann Orten, als wo diese sich auf der Erdoberfläche zeigen, kommen können.

Die Erdbeben richten sich nicht nach den Jahreszeiten, l man darf im Allgemeinen annehmen, dafs sie hiervon z unabhängig sind. Mit Gewifsheit liefse sich dieser Satz behaupten, wenn man sich die Mühe gäbe, vollständige iten dieser Phänomene zusammenzustellen, woraus aber si-r nach den bisherigen Beobachtungen kein anderes Resul-, als das angegebene, hervorgehn würde. Nimmt man dagen einzelne Länder, und namentlich solche, wo diese Katrophen wegen der Nähe thätiger Vulcane sehr häufig sind l eben von diesen herrühren, so stellt sich allerdings zuilen ein ungleiches Verhältnifs ihrer Mengen nach den Jahzeiten heraus. Unter den wenigen bis jetzt gemachten Zuomenstellungen dieser Art benutze ich zuerst die von MEix[3]. Werden alle in Basel bis 1836 wahrgenommene und gezeichnete Erdbeben nach den meteorologischen Jahreszei- geordnet, so fallen

---

1 V. HUMBOLDT Rel. hist. T. V.

2 Geschichte d. Veränd. d. Erdoberfläche. Th. II.

3 Bericht über die Verhandl. der naturforschenden Gesellschaft Basel N. III. Basel 1838. S. 65. Vergl. denselben: über die in Basel

in den Winter	. . .	41
in den Frühling	. . .	22
in den Sommer	. . .	18
in den Herbst	. . .	39

zusammen 120, oder in Herbst und Winter 80, in Frühling und Sommer 40, welches Verhältnifs von 2 : 1 allerdings auffallen mufs. Aus einer Zusammenstellung der Erdbeben, welche von 1821 bis 1830 in dem nördlich von den Alpen gelegenen Theile Europa's beobachtet worden sind, durch v. Hoff[1] ergiebt sich, dafs in den Winter 43, in den Frühling 17, in den Sommer 21 und in den Herbst 34 fallen, wonach also jenes Verhältnifs zwischen Herbst und Winter zum Frühling und Sommer = 77 : 38 ist. In diesen beiden Zusammenstellungen ist die Zahl der Erdbeben im Winter und im Sommer so auffallend verschieden, dafs man die Ursache dieser Ungleichheit nicht leicht dem Zufall beimessen kann, sondern irgend einen Grund davon vermuthen mufs, welchen aufzufinden jedoch so lange unmöglich seyn dürfte, als uns die Ursachen der Erdbeben selbst nicht allseitig genau genug bekannt sind. Die Mengen der Erdbeben sind indefs nicht überall nach den Jahreszeiten verschieden, wie hauptsächlich aus dem durch Cotte[2] aufgestellten Verzeichnisse der 338 Erdbeben hervorgeht, die ihm aus dem Zeitraume von 1775 bis 1806 bekannt wurden, und zu einem gleichen Resultate führt die nach den Monaten geordnete Zusammenstellung von 57 Erdbeben, die während 40 Jahren zu Palermo beobachtet und durch Hoffmann[3] aus den dortigen meteorologischen Registern ausgezogen wurden. Die Entscheidung über die Periodicität der Erdbeben wird sehr erleichtert durch eine tabellarische Uebersicht der genannten Zusammenstellungen, wie diese bereits durch Kämtz[4] gegeben worden ist, denen ich blofs noch das Verzeichnifs von 63 Erdbeben hinzufüge, die vo

---

wahrgenommenen Erdbeben, nebst einigen Untersuchungen über Erdbeben im Allgemeinen. Basel 1834.

1 Poggendorff's Ann. XXXIV. 104.

2 Journ. de Phys. 1807. Sept. p. 161.

3 Poggendorff's Ann. XXIV. 49. Unter den 40 Jahren waren zu Palermo 17 ganz ohne Erdbeben.

4 Meteorologie. Th. III. S. 536.

[Po]uqueville[1] zu Janina in Epirus von 1807 bis 1815 beob-[ach]tet wurden.

	Cotte	Hoff	Hoff-mann	Merian	Pou-queville	Summe
Januar	24	31	4	12	3	74
Februar	25	36	5	14	2	82
März	23	31	13	6	6	79
April	26	29	4	5	8	72
Mai	16	33	1	11	8	69
Juni	28	33	6	3	2	72
Juli	42	20	4	7	9	82
August	34	31	6	8	7	86
September	25	24	6	12	8	75
October	38	41	2	11	2	94
November	22	26	4	14	3	69
December	35	34	2	15	3	89

Kämtz bemerkt, dafs aus der letzten Columne kein Ein-[flu]fs der Jahreszeiten hervorgeht, wogegen Merian erinnert, [da]s die Vereinigung aller dieser Zusammenstellungen nicht [an]gemessen sey, um die ungleichen Mengen der Erdbeben in [de]n verschiedenen Jahreszeiten aufzufinden. Von der einen [Se]ite mufs man allerdings alle Beobachtungen, mindestens [vo]n der einen beider Halbkugeln unserer Erde, zusammen-[ne]hmen, wenn es sich um den Einflufs der Jahreszeiten auf [di]e Erdbeben im Allgemeinen handelt, von der andern aber [ist] erforderlich, die an gewissen Orten oder in bestimmten [Gege]nden beobachteten Erdbeben zusammenzustellen, wenn man [ört]liche Einflüsse aufzufinden beabsichtigt[2]. In letzterer Be-

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XLII. p. 409.

2 Lambert, welcher jedoch durch seine später zu erwähnende [Hy]pothese etwas befangen seyn mochte, behauptet, dafs die Erdbe-[be]n zu Copiapo blofs in die Monate vom November bis April fallen. [Ar]ago äufsert hiergegen Zweifel, führt jedoch das Zeugnifs Bouguer's [La] Figure de la Terre p. 74. an, dafs heftige Erdbeben zu Peru in [je]dem Monate erwartet werden müssen, dafs sie aber dennoch in den [le]tzten Monaten des Jahres am häufigsten sind. Arago stellt ferner [di]e durch Don Felipe Castillo Albo im Mercurio Chileno bekannt [ge]machten Erdbeben, die zu Santiago de Chili von 1822 bis 1828 [be]obachtet wurden, zusammen. Von diesen fallen 7 in den Januar; 2 [in] den April; 4 in den Mai; 3 in den Juni; 2 in den Juli; 5 in den

ziehung sind die einzelnen Columnen sehr interessant, und namentlich mufs die unverhältnifsmäfsig grofse Zahl im März zu Palermo auffallen. Insofern aber die dortigen Erdbeben bleiben wahrscheinlich eine Folge vulcanischer Thätigkeiten im Innern des Aetna sind und man Grund hat anzunehmen, dafs letztere vorzüglich durch das Eindringen des hydrometeorischen Wassers in das Innere dieses Berges bedingt werden, so liefse sich dieses als eine locale Ursache der dortigen im März so häufigen Erdbeben betrachten, wenn man annähme, dafs das erforderliche Wasser aus dem schmelzenden Schnee jenes Berges entstände, eine Hypothese, die noch in der Armuth jenes Berges an Quellen eine Unterstützung findet. In v. Hoff's Zusammenstellung fällt das Maximum im October zwischen zwei so kleine Zahlen im September und November und das Minimum im Juli zwischen zwei so grofse im Juni und August, dafs man nicht wohl einen Einflufs der Jahreszeiten auf die ungleichen Mengen der Erdbeben annehmen kann; anders aber würde es sich mit den von Merian mitgetheilten verhalten, wenn nicht zwischen den kleinen Zahlen vom März bis August im Mai wieder eine grofse aufträte. In dem Verzeichnifs von Cotte endlich wechseln die grofsen und kleinen Zahlen so sehr, und nicht minder in den Summen aller Zusammenstellungen, dafs hiernach jeder Einflufs der Jahreszeiten verschwindet. Diesemnach ist es also wohl möglich, dafs örtliche Ursachen zu gewissen Zeiten des Jahres eine Vermehrung der Erdbeben herbeiführen, im Ganzen aber mufs man den Jahreszeiten einen Einflufs auf diese Katastrophen absprechen. Der letzteren Ansicht ist auch Kämtz, indem er aufser den bereits erwähnten Thatsachen noch anführt, dafs nach Smith[1] in Sicilien die Erdbeben in den ersten Monaten des Jahres am häufigsten seyn sollen, nach Le Gentil[2] aber auf Martinique

August; 1 in den September; 1 in den October; 5 in den November und 19 in den December. Allein die letzten 19 gehören sämmtlich dem Jahre 1822 zu und von den 7 im Januar gehören 6 in das Jahr 1823. Die hier angeführten 49 sind aber nur die stärksten, denn vom 29sten Nov. bis 10ten Dec. 1822 wurden allein 150 schwache Erschütterungen gezählt. S. Ann. de Chim. et Phys. T. XLII. p. 409.

1 Memoirs of Sicily. p. 6.

2 Voyage. T. II. p. 366.

den letzten, und ebenso spricht ARAGO[1] den Jahreszeiten en Einfluſs auf die Menge der Erdbeben ab, weil aus 63 ch POUQUEVILLE zu Janina beobachteten Erdbeben von 17 bis 1825 kein solcher hervorgeht. Vor allen Dingen ist r wohl zu berücksichtigen, daſs man ohne die Zusammenlung langjähriger Beobachtungen zu keinem richtigen Reate gelangen kann; denn in der letzten Zusammenstellung : die gröſste Zahl in den Monat Juli, und dennoch hatte das einzige Jahr 1813 unter allen neun in diesem Mo- Erdbeben, aber deren 9, im ganzen Jahre dagegen 21.

Im Allgemeinen herrscht das Vorurtheil, daſs vorzüglich ige Stürme von Erdbeben begleitet seyn sollen. KÄMTZ erkt hierüber richtig, daſs der Mensch, an den Zustand Ruhe des Luftkreises und der Erde gewöhnt, bei auffallen Störungen der einen auch eine gleichzeitige Störung der ern vorauszusetzen geneigt ist, wozu man noch nehmen nte, daſs minder geübte Beobachter die Erschütterungen der iser und sonstiger Gegenstände nicht selten von Bebungen Erde selbst ableiten dürften. Das Erdbeben zu Cumana 4ten Nov. 1799 war allerdings von einem heftigen Sturme leitet und die Bewohner glaubten daher an einen Zusamhang beider Phänomene, allein Gewitter mit heftigen Stür- ereignen sich in jenen Gegenden um dieselbe Zeit alllich[2]; bei dem starken Erdbeben in Chili am 10ten Noiber 1837 fand gleichzeitig Sturm und heftiger Regen statt[3], man glaubt dort sehr allgemein an einen Zusammenhang schen Erdbeben und der Witterung, MOLINA aber, dort oren und erzogen, konnte diesen bei seinen anhaltenden bachtungen nicht finden, vielmehr behauptet er, daſs die reichen Erdbeben sowohl bei heiterem Wetter als bei stürchem statt finden. HOFFMANN[4] versichert, daſs er sich gebens bemüht habe, bei den 57 zu Palermo binnen 40 en genauer beobachteten und in den meteorologischen istern von PIAZZI und CACCIATORE aufgezeichneten Erden irgend eine möglicher Weise damit in Verbindung zu

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XLII. p. 409.
2 V. HUMBOLDT Voyage. T. IV. p. 16.
3 L'Institut 6me Ann.
4 Poggendorff's Ann. XXIV. 60.

bringende Witterungserscheinung aufzufinden, und zu die diesem Resultate gelangte Domenico Scina[1] bei der Untersuchung der anhaltenden und oft wiederkehrenden Erdbeben welche in den Jahren 1818 und 1819 die Umgebungen der Madonienkette heimsuchten.

Nicht minder allgemein herrscht der Glaube, dafs Erdbeben mit tiefen Barometerständen verbunden seyen oder die letztere, wenn sie noch obendrein sehr ungewöhnlich sind auf erstere schliefsen lassen. Merian[2] benutzt die seit 17.. zu Basel beobachteten und aufgezeichneten 22 Erdbeben zur Beantwortung dieser Frage. Dabei scheidet er aber zuvor die auch in einem weiteren Umkreise wahrgenommenen 9 Erdbeben aus, bei denen sich kein Einflufs auf den Barometerstand zu Basel zeigte, ein Verfahren, dessen Zulässigkeit wohl zweifelhaft seyn dürfte, da sich die Barometerschwankungen über weite Entfernungen zu erstrecken pflegen. Unter den übrigen 13 zeigte sich bei 5 kein Zusammenhang mit dem Barometerstande, 8 aber fielen mit einem niedrigen Stande oder einer schnellen Aenderung zusammen. Aus einer Zusammenstellung der seit 1826 in der Schweiz beobachteten 36 Erdbeben und einer Vergleichung derselben mit dem Barometerstande zu Basel ergiebt sich, dafs 6 in die Classe der allgemeinen gehören, wobei kein Einflufs auf das Barometer zu bemerken war, daſs von den 30 particulären aber 10 mit einem auffallend niedrigen oder sich schnell ändernden Luftdrucke verbunden waren. Merian findet es hiernach mindestens wahrscheinlich, daſs ein Zusammenhang zwischen den Erderschütterungen und dem Luftdrucke statt finde, und sucht diesen Satz noch außerdem aus sonstigen einzelnen Fällen abzuleiten. Dürfte man diesen aber als begründet ansehn, so könnte es nach seiner Ansicht dahin führen, die äufsere Erdkruste keineswegs für so unbeweglich zu halten, als gewöhnlich geschieht, und es wäre möglich zu betrachten, dafs ein verminderter Luftdruck den Hebungen der Erdrinde einen geringeren Widerstand entgegensetzte. Die meisten Physiker werden indefs die Thatsache selbst noch keineswegs für hinlänglich begründet halten, ...

---

1 Rapporto del Viaggio alle Madonie, impresso per ordine del Governo in occasione de' tremuoti colà accaduti nel 1818 e 1819.

2 Bericht über d. Verhandlungen u. s. w. S. 72.

tlich wegen des durch Merian selbst gleichfalls nicht über-nen Umstandes, dafs die Erdbeben nördlich von der Al-:ette der Mehrzahl nach in den Winter fallen, worin die rigen und schnell wechselnden Barometerstände häufiger , die Erdbeben daher öfter mit ihnen zusammenfallen kön- Im Allemeinen aber wurde schon Cotte durch seine Unter-ungen zu dem Resultate geführt, dafs die Erdbeben ohne erschied bei hohen und niedrigen, bei schwankenden und onären Barometerständen statt finden; zu einem gleichen ngte Kries, und unverkennbar geht dasselbe auch aus der ammenstellung der 57 zu Palermo beobachteten Erdbeben :h Hoffmann hervor. In 31 Fällen stand das Barometer r und in 24 Fällen unter dem Mittel des Monats, in 2 en aber auf demselben. Dennoch aber beträgt das Maxi-n über dem Mittel 3,584 Lin., das Minimum unter dem-en 6,271 Lin., so dafs also zwar der Stand über dem Mit-der häufigere war, die absolute Gröfse des Standes über ı Mittel aber hinter der unter demselben zurückblieb. Au-lem aber stellt sich heraus, dafs die Abweichungen des ometerstandes bei Erdbeben vom Medium sowohl über als a unter demselben in allen 40 Jahren niemals die Grenzen ichten, welche in Mitteljahren ohne aufserordentliche äu-e Einflüsse vorzukommen pflegen, in den meisten Fällen egen ansehnlich und oft mehr als die Hälfte des ganzen rthes von diesen Grenzen entfernt blieben. Endlich aber gen die Schwankungen des Barometers während der Erd-en zu Palermo in diesen 40 Jahren niemals über die Gren-der sonstigen gewöhnlichen Barometer-Oscillationen hin- und waren in den meisten Fällen sehr unbedeutend. Neh-a wir hinzu, dafs der mittlere Barometerstand bei allen je-Erdbeben nur um 0,09 Lin. geringer ist, als das allge-ne Mittel, so müssen wir zugestehn, dafs nach allen die-Thatsachen jede Hoffnung, einen Zusammenhang zwischen ı Erdbeben und den Barometerschwankungen aufzufinden, zlich schwindet. Ganz diesem gemäfs erzählt auch L. r Buch[1], dafs beim Ausbruche des Vesuv im Jahre)4 alle Instrumente während der 10 Tage des stärksten bens in grofser Unruhe waren, die Barometer aber ihren

1. G. V. 11.

Stand unverändert beibehielten oder nur unbedeutend änderten.

Man betrachtet allgemein die Erdbeben als genau zusammenhängend mit vulcanischen Thätigkeiten, und zu diesem Schlusse führt auch sehr leicht die grofse Menge der Erdbeben in der Nähe der Feuerberge, wie nicht minder ihre mit der Entfernung von diesen abnehmende Zahl und Heftigkeit. Hiernach wird angenommen, wie bereits angegeben worden ist, dafs diejenigen elastischen Flüssigkeiten, welche, in ungleichen Tiefen unter der Erdoberfläche entwickelt, die vulcanischen Producte aus den Kratern der Vulcane emporschleudern, sobald sie keinen Ausweg finden oder in zu grofser Menge entwickelt werden, als dafs sie frei ausströmen könnten, die äufsere Erdrinde durch ihre blofse Elasticität heben oder durch ihre Explosion erschüttern und auf diese Weise die Erdbeben erzeugen. Die überwiegend triftigen Gründe für diese Hypothese liegen so nahe, dafs es kaum der Mühe werth ist, sie einzeln genauer zu erörtern. Dahin gehört unter andern das Beben der Umgegend der Vulcane während heftiger Ausbrüche der letzteren, das Aufsteigen entzündlicher Gasarten und Dämpfe aus der Erde während und vor den Erdbeben und die Beobachtung, dafs manche Gegenden durch tiefe Brunnen oder Canäle gegen die zerstörenden Wirkungen der Erdbeben geschützt werden, wie denn namentlich Palästina von den grofsen Verheerungen, die Syrien so oft heimsuchen, deswegen verschont bleiben soll, weil sich gleichzeitig grofse Mengen gasförmiger Substanzen aus unterirdischen Canälen in das todte Meer entleeren, die zugleich bedeutende Massen von Asphalt ausstofsen. Kries[1] findet die Ursachen der Erschütterungen hauptsächlich in den Explosionen von Knallgas, indem nach Davy's Hypothese die Metalloide das Wasser zersetzen und dadurch Wasserstoffgas erzeugen, welches dann mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas gemischt auf irgend eine Weise entzündet werden soll. G. Bischof schliefst diese Ursache nicht ganz aus, leitet aber die Mehrzahl der Erdbeben von der Wirkung der Wasserdämpfe ab, wofür die oben bereits mitgetheilten triftigen Gründe ein bedeutendes Argument abgeben, namentlich auch das Aufsteigen von Dämpf

1 Ueber die Ursache der Erdbeben. Leipz. 1827. 8.

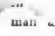
Digitized by Google

der Erde während und vor den Erschütterungen oder über-
pt in Gegenden, die solchen Katastrophen am meisten aus-
tzt sind.

Wenn wir also zur Erklärung der Erdbeben beide Hy-
iesen benutzen und die meisten dieser Phänomene aus
Wirkung der Wasserdämpfe, einige aus Explosionen von
llgas und noch einige endlich aus entwickelten Gasarten
iten, so dürfte dieses vollkommen genügen, und was hier-
etwa noch dunkel bleibt, muſs seine nähere Erklärung
:h weitere Aufhellung der vulcanischen Actionen im All-
einen erhalten. Boussingault[1] glaubt aber, daſs nament-
die ausnehmend zahlreichen Erschütterungen in Südame-
nicht in so unmittelbarem Zusammenhange mit der vul-
schen Thätigkeit stehn, und Bischof[2] scheint nicht ab-
eigt, dieser Ansicht beizupflichten. Die Erdbeben, sagt
ı, sind in der Andeskette so häufig und fallen so selten
den Ausbrüchen der dortigen Vulcane zusammen, daſs
ı sich geneigt fühlen muſs, sie von einer anderen Ursache
uleiten. Diese findet Boussingault für die meisten Fälle
den Einsenkungen von Felsmassen, die vorher durch vul-
ische Kräfte emporgehoben wurden. Zur Unterstützung
ier Hypothese dienen ihm hauptsächlich die indischen Sa-
von den Senkungen des *Capac-Urcu* bei Riobamba, die
der Entdeckung America's statt gefunden haben sollen,
em dieser Berg früher den Chimborazo an Höhe übertraf,
l auſserdem die anderweitigen Senkungen, wovon sich zahl-
:he Spuren in den Cordilleren zeigen. Die französischen
idemiker waren bei den Operationen ihrer Gradmessung
r durch den Schnee auf dem Guagua-Pichincha gehindert,
der neueren Zeit aber findet man dort keinen Schnee mehr,
l die Einwohner von Popoyan bemerken, daſs die untere
ıneegrenze am Purace stets höher hinauf rückt, ohne daſs
mittlere Temperatur sich merklich ändert. Allerdings müs-
die Cordilleren, die zur Zeit der jüngsten Hauptkatastro-
ın unserer Erdkruste emporgehoben wurden, nach der Tiefe
urtheilen, aus der sie aufstiegen, sehr heiſs gewesen
n, sich also durch das zwar langsame, aber dennoch all-

1 Ann. de Chim. et Phys. T. LVIII. p. 83.
2 Edinburgh New Phil. Journ. N. LII. p. 355.

mälig fortschreitende Abkühlen zusammenziehn, und dies könnte daher wohl als eine Ursache mancher Bebungen erscheinen; wenn ich aber dagegen berücksichtige, dafs eben das unbestreitbar sehr langsame Abkühlen solcher ungeheurer Massen nur eine sehr allmälige Senkung derselben, keineswegs aber ein plötzliches Zusammenziehen oder ein momentanes Zusammenstürzen zur Folge haben kann, dafs ferner Einstürzungen auch noch so grofser Felsmassen in unterirdischen Höhlen zwar ein starkes Getöse und einige nicht weit verbreitete Erschütterungen, keineswegs aber solche Bebungen erzeugen können, durch welche massive Gebäude in Staub verwandelt, Bäume verdreht und eingegrabene Mastbäume gewaltsam emporgeschleudert werden, so kann ich die angegebene Ursache nicht füglich für eine solche erkennen, von welcher die allgemein bekannten Erscheinungen der Erdbeben abzuleiten wären. Ungleich leichter kann man sich vorstellen, dafs von den hydrometeorischen Wassern gewisse Quantitäten abwechselnd bis zu den glühenden Massen unter der äufseren Erdkruste dringen, daselbst in Dampf verwandelt werden und auf die bereits angegebene Weise die heftigen Explosionen hervorrufen. Bei der ungeheuren Tiefe der südamericanischen Vulcane, deren Krater obendrein wohl grofsentheils verstopft seyn mögen, darf es uns dann nicht wundern, dafs diese keine gleichzeitigen Eruptionen zeigen, vielmehr müssen die Erdbeben viel weniger leicht bedingt seyn, wenn die entbundenen elastischen Medien aus den Kratern einen freien Ausweg finden. Endlich aber möchte ich gerade umgekehrt aus der übergrofsen Menge der Erdbeben, selbst in den Cordilleren, ein Argument gegen die Zulässigkeit der Hypothese, die sie aus Zusammenziehungen und Einstürzungen der blasenförmig aufgetriebenen Felsmassen ableitet, entnehmen, insofern namentlich grofsartige Einstürzungen durchaus nicht so häufig vorkommen können, als die fast täglichen Erdbeben erfordern würden. Allerdings läfst sich nicht füglich etwas über dasjenige, was im Innern der grofsen Andeskette vorgehn mag, mit Sicherheit bestimmen, äufsere Spuren solcher Katastrophen aber gehören zu den selten vorkommenden Ereignissen. Das oft erwähnte Einsinken des Capac-Urcu fällt in die Zeit vor der Entdeckung America's, aufserdem aber hat man allerdings zahlreiche Spuren, dafs Ränder und grofse



eile der Krater eingestürzt sind, allein in der Regel ge-
ieht dieses nur während der Dauer vulcanischer Ausbrüche,
von der Silla de Caracas folgert v. HUMBOLDT[1] aus wie-
holten barometrischen Messungen, dafs sie nicht merklich
mken seyn könne, ungeachtet die Umgegend wiederholt
ch die heftigsten Erdbeben heimgesucht worden ist[2].

Die so eben untersuchte Hypothese gewinnt indefs an Be-
tsamkeit dadurch, dafs einer unserer kenntnifsreichsten
gnosten, L. A. NECKER[3], sie nicht blofs auf die Erdbeben
ler Andeskette beschränkt, sondern auch auf viele andere
len verschiedensten Erdtheilen ausdehnt, ohne jedoch in
ede zu stellen, dafs die meisten Erdbeben entschieden vul-
schen Ursprungs sind, wonach sie also insgesammt entwe-
vulcanische oder durch Einstürzungen erzeugte, oder end-
zweifelhaften Ursprungs seyn würden. Zu den nicht vul-
schen zählt er namentlich das in Murcia 1829; zu Lahore
Sept. 1827; zu Lissa im adriatischen Meere 1833; zu
gno am 15ten Jan. 1832; zu Cutch am 16ten Juni 1819;
Cumana am 14ten Dec. 1797; zu Caracas am 26sten März
0; in Calabrien von 1783 bis 1786; zu Bechstan 1772
auf Jamaica 1692. NECKER leitet die Erschütterungen
it blofs von den herabfallenden Massen ab, sondern auch
der eben durch diese verdrängten und in starke Bewe-
g gesetzten Luft. Das Hauptargument, worauf er sich
bei stützt, entnimmt er aus den Erschütterungen, die er in
m von ihm zu Genf bewohnten Hause durch das in einem
eren Gewölbe statt findende Aufschlagen eines Schmiede-
mers empfand und welche auffallend denen beim Erdbe-
am 19ten Febr. 1812 glichen. Aufserdem macht er gel-
l, dafs das Erdbeben in Calabrien 1783 mit keiner Ent-
kelung von Hitze, Lava, Rauch, sauren oder schwefligen
lucten verbunden war, dafs die Erdoberfläche sank und
it erhoben wurde, dafs blofs Sand und Wasser aus den
len oder sternförmigen Oeffnungen im Boden ausgeworfen

---

1 Voyage. T. X. p. 118.
2 Ueber das berühmte Erdbeben daselbst am 26sten März 1812
HUMBOLDT in Edinburgh Phil. Journ. N. II. p. 272. und TAITT
d. N. IV. p. 300.
3 London and Edinburgh Phil. Mag. N. XC. p. 370.

Digitized by Google

wurden und dafs sich keine gleichzeitige Thätigkeit weder des Vesuv noch des Aetna zeigte. Das letztere Argument aus der Beschaffenheit der durch Erdbeben emporgeworfenen nicht vulcanischen Erzeugnisse wendet er auch auf die oben erwähnten Erdbeben im Thale des Mississippi an, das Ruhen der Vulcane zur Zeit heftiger Erdbeben dient ihm aber für mehrere andere Fälle als ein hauptsächliches Beweismittel, und wenn man die häufigen Erdbeben an der Küste von Cumana und zu Caracas berücksichtigt, so erscheinen auch diese ihm als nicht vulcanischen Ursprungs, insofern das Zusammentreffen des grofsen am letzteren Orte im April 1812 mit dem gleichzeitigen Ausbruche des Vulcans auf St. Vincent als durch Zufall herbeigeführt zu betrachten sey. Kann man indefs diese Hypothese nicht als ganz unzulässig beweisen, so lassen sich doch gegen dieselbe die bereits erwähnten Argumente geltend machen. Durch heftige Schläge eines Schmiedehammers kann wohl ein Haus erschüttert werden, in tief liegenden Höhlen aber fallen die Massen entweder von geringer Höhe herab und erlangen dann nur eine kleine Endgeschwindigkeit, oder wenn sie in bedeutende Tiefen herabstürzen, so hindert eben die Tiefe des Bodens, wo sie aufschlagen, die Erzeugung und weite Verbreitung der Bebungen; selten aber dürfte ihre Fallhöhe so bedeutend seyn, dafs die verdrängte Luft, die in den Raum über die fallenden Massen wieder eindringen mufs, einen heftigen Stofs gegen die Wandungen der Höhlen ausüben könnte.

Zum Beschlufs müssen wir noch eine Theorie erwähnen, welche zwar bei den Physikern wenig Beifall finden dürfte, der Vollständigkeit wegen aber im kurzen Abrisse hier nicht fehlen möge. Der Ingenieur LAMBERT[1], welcher sich lange in Südamerica aufhielt, die Gegenden von Peru und Chili genau kennen lernte und das zerstörende Erdbeben von Copiapo im J. 1817 und das von Valparaiso im J. 1821 erlebte, findet den Grund dieser Phänomene und der vulcanischen Ausbrüche, jedoch nur in specieller Beziehung auf jene genannten Länder, in der Elektricität. Dadurch, dafs die östlichen Winde die flachere Seite Südamerica's in gröfster Feuchtigkeit, die westlichen Luftströmungen dagegen die Westküste des grofsen

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XLII. p. 392.

ntinents nur zu gewissen Zeiten feucht erhalten, soll sich Elektricität in Folge der die zwischen beiden liegende ion stets trocken erhaltenden Winde, namentlich der östen, auf den gebogenen Kämmen der Andeskette anhäufen, l sie weder durch trockne Luft, noch auch durch die kne Erde entweichen kann. Zum Beweise dient ihm die jenen Höhen so leichte und so starke Elektricitätsentwickeg aus allen beliebigen Körpern. Diese Elektricität kann Luft nur an der östlichen Seite durchbrechen, weil sie lbst feuchter ist, und sie erzeugt dann die dortigen furchtn Gewitter; wird aber die Luft dort trocken und hindert dadurch den Durchbruch der Elektricität, so findet dieser ch die Küstenländer des stillen Oceans statt, indem der tere ihr einen kürzeren Weg darbietet und sie stärker ant, als das atlantische Meer[1]. Sie durchströmt dabei die allischen Adern, feuchte Erdschichten, Flüsse und Wasammlungen, bahnt sich mit Gewalt einen Weg, wenn sie en findet, und erzeugt dann durch die starken Entladun-Bebungen des Bodens, Spalten, Zerreifsungen, Verflüchngen der Körper, die hierzu geeignet sind, chemische etzungen, z. B. Verbrennungen des Schwefels und Ancits, mit einem Worte alle die Erscheinungen, welche bei den Erdbeben und vulcanischen Ausbrüchen wahrmen. Um allen diesen grofsen Nachtheilen vorzubeugen, man die Krümmungen der Cordillerenkämme durch mene Leiter mit einander verbinden und von diesen Ableibis zum Ocean oder bis in die grofsen Flüsse hinführen, der sich anhäufenden Elektricität einen Abzug zu verffen. Inzwischen müfste Lambert's Hypothese weit febegründet seyn, wollte man diesen Vorschlag anders als nteuerlich nennen.

Unter die Zahl derjenigen, welche die Erdbeben als kungen der Elektricitat betrachten, ohne jedoch den eilichen Causalnexus so bestimmt anzugeben, als so eben ernt worden ist, gehört auch Vassalli Eandi[2], dem wir zu-

---

1 Hiernach hätte das gemeine Vorurtheil, dafs Erdbeben häufig Gewitterstürmen begleitet seyen, gar nicht entstehn können, weil eine Phänomen das andere ausschliefst.

2 Bibliothèque Britannique. T. XXXVIII. p. 126.

gleich viele interessante Nachrichten über verschiedene Erdbeben in Italien überhaupt und namentlich über dasjenige danken, welches im J. 1808 die Gegenden im Thale betraf. Nach ihm bedingen sich die vulcanischen Ausbrüche und die Erdbeben wechselseitig und ihre gemeinschaftliche Ursache ist in der Zersetzung der Schwefelkiese, verbunden mit dem Einflusse der Elektricität, zu suchen.

Eine von allen bisher bekannt gewordenen bedeutend abweichende Hypothese über den Ursprung der Erdbeben ist durch John Davy[1] aufgestellt worden, und obgleich sie schwerlich überall Beifall finden dürfte, so mag sie doch wegen ihres anderweitig berühmten Erfinders hier kurz erwähnt werden. Gestützt auf eigens zu diesem Behuf angestellte Versuche, aus denen hervorging, dafs Thon, mit Wasser befeuchtet, sich ausdehnt, leitet er die Erdbeben daraus ab, dafs grofse Lager von Thon sich ausdehnen und dadurch Erschütterungen erzeugen sollen. Dabei glaubt er zwar nicht, dafs bei den unverkennbaren Wahrzeichen eines Zusammenhanges zwischen den Erdbeben und den vulcanischen Thätigkeiten die letzteren nicht gleichfalls Ursachen der ersteren seyn sollten, allein gerade die häufigen Bebungen auf den ionischen Inseln glaubt er deswegen nicht auf diese zurückführen zu können, weil dort heifse Quellen gänzlich fehlen, so wie alle Spuren von Basalt und sonstigen vulcanischen Felsarten. Den Gegenstand weiter verfolgend fand Davy durch Versuche, dafs Mergel und Thon das Wasser nur sehr langsam durchdringen lassen und selbst als Pulver oder in kleinen Bruchstücken, sobald diese befeuchtet und zusammengebacken sind, den Durchgang des Wassers fast gänzlich hemmen, woraus er dann schliefst, dafs grofse und mit vielen Spalten versehene Lagen dieser Mineralien das Wasser allmalig in sich aufnehmen, dadurch ausgedehnt werden und die Bebungen erzeugen.

Es bieten sich augenblicklich zu viele und zu gewichtige Argumente gegen die Zulässigkeit dieser Hypothese dar, als dafs es der Mühe werth seyn sollte, sie nur überhaupt namhaft zu machen.

---

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXIX. p. 116.

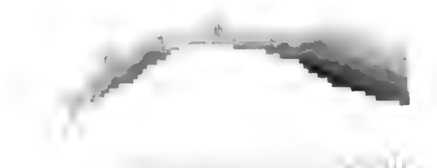
B. Uneigentliche Vulcane.

Der Begriff eines Vulcans setzt eigentlich die Anwesen-
it und Wirkung des Feuers voraus, und somit können blofs
jenigen Orte, wo Feuer unter der Erdoberfläche brennt
d die bekannten vulcanischen Producte ausgeworfen wer-
ı, diesen Namen erhalten; wegen der Aehnlichkeit der Er-
einungen wird es jedoch auch gestattet seyn, diejenigen
te, wo andere Substanzen aus der Erde emporgehoben oder
gestofsen werden, uneigentliche Vulcane zu nennen, ohne
s sich die Thätigkeit des Feuers bei ihnen nachweisen oder
bst nur wahrscheinlich machen läfst. Nach dieser Bestim-
ng können die Schlammvulcane und Gasvulcane den Feuer-
lcanen angereiht werden.

a) Schlammvulcane.

Ein gewöhnlicher Vulcan erhält den Namen eines Schlamm-
lcanes nicht, wenn er unter den übrigen Producten auch
hlamm auswirft, sobald sich das Feuer als eigentliche Ur-
che dieses Erzeugnisses nachweisen läfst und das Brennen
ch ohne dieses Product statt findet, vielmehr bezeichnet man
t diesem Namen nur diejenigen Orte, wo ein fortdauernder
er periodischer Schlammauswurf statt findet, wobei sich nur
einigen Fällen anscheinend Spuren einer Mitwirkung des
uers finden. Bei den meisten Schlammvulcanen ist zugleich
lzwasser vorhanden, weswegen sie auch *Salsen* genannt
rden, fast ohne Ausnahme ist eine aus dem Innern empor-
igende Gasart, als Kohlensäure, Stickgas oder Wasserstoff-
ı, Ursache des emporgehobenen Schlammes, und nur in
zelnen seltenen Fällen zeigen sich unverkennbare Spuren
es Zusammenhanges mit eigentlichen Feuerbergen. Zu den
hlammvulcanen können zufällig vorkommende Auswürfe von
hlamm gleichfalls nicht gerechnet werden, indem diese wohl
ne Ausnahme von Wassersammlungen herrühren, die in
terirdischen Behältern lange abgesperrt waren und sich
hrend dessen mit einer Menge erdiger Theile verbanden, wie
J. 1771 unweit Longtown eine fast vier Wochen lang aus
r Erde aufsteigende Masse von Schlamm die ganze um-
gende Gegend überdeckte[1]; bei den eigentlichen Schlamm-

1 S. Hausmann in Bibl. d. Reis. Th. XLIII. S. 170.



vulcanen wird vielmehr ein fortdauernder, wenn gleich periodisch unterbrochener, doch von einer anhaltend fortwirkenden Ursache erzeugter Schlammauswurf erfordert. In vielen Fällen ist letzterer bloſse Folge ausströmenden Gases und die Schlammvulcane sind daher von den Gasvulcanen nicht leicht scharf zu trennen, die Bezeichnung wird vielmehr von denjenigen Erscheinungen hergenommen, welche vorzugsweise hervortreten. Einige der bekanntesten Schlammvulcane sind folgende.

1) Der *Macaluba* oder *Maccaluba*, nicht weit von Girgenti, besteht im Ganzen aus einem Hügel von etwa 150 Fuſs Höhe, mit einer Menge kleiner kegelförmiger, inwendig mit nassem Schlamm erfüllter Kegel, in denen anhaltend Gasblasen aufsteigen. Der Boden ist in der Tiefe stets feucht und besteht aus unfruchtbarem Thon; die emporsteigenden Gasblasen heben eine Quantität der feuchten Masse mit sich in die Höhe, und indem dieser aufgehobene Schlamm bei trocknem Wetter erhärtet, entstehn allmälig höher anwachsende abgestumpfte Kegel, so bald die über den Rand überflieſsenden oder hinüber gestoſsenen Theile mehr austrocknen. Zuweilen läſst die Gasentwickelung etwas nach, zu andern Zeiten, vermuthlich in Folge vorausgegangener Verstopfungen, werden bedeutend groſse Mengen Schlamm mit starkem Getöse bis zu beträchtlichen Höhen emporgeschleudert, wie dieses am 30sten Sept. 1777 der Fall war. DOLOMIEU[1] leitet die Erscheinung davon ab, daſs im Berge sich eine Salzquelle befindet, die den oberen Thon auflöst, dessen Schwefelsäure sich mit dem Natron verbindet und Salzsäure frei macht, welche an Kalk der unteren Lagen übergeht und aus diesem die Kohlensäure entbindet, deren Aufsteigen die Erzeugung der Schlammhügel zur Folge hat. Nach BREISLAK[2] soll das aufsteigende Gas, wie bei vielen andern Gasvulcanen, Kohlenwasserstoffgas seyn, allein die erstere Erklärung hat weit mehr Grund für sich, wiewohl auch DE BYLANDT PALSTERKAMP[3] übereinstimmend mit SPALLANZANI kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas mit Kohlensäure, in dem Wasser aber Koch-

1 Voyages aux Isles de Lipari.
2 Institutions géol. T. III. p. 464.
3 Théorie des Volcans. T. II. p. 131.

it etwas Petroleum gefunden haben will. Der ausgeworfene :hlamm enthält nach demselben die nämlichen Bestandtheile, s woraus die Lava besteht, nur zerkleinert und durch Was- r in Schlamm-verwandelt. Um den eigentlichen gröſseren acaluba sind noch mehrere kleinere, auf gleiche Weise ge- ıltete Hügel mit Kegeln, die *Macalubette* genannt werden ıd gleichfalls mitunter heftige Explosionen zeigen. Bei *Cal- nisetta* in Sicilien befinden sich gleichfalls Schlammvulcane, elche bei Erdbeben eine Menge Gas (man glaubt Wasser- offgas) ausstoſsen und dadurch jene Strecken gegen Ver- erungen durch Erdbeben schützen sollen[1].

2) In Italien giebt es mehrere Salsen von gleicher Gröſse, s die genannte, und von gleich interessanten Erscheinungen. e finden sich unter andern[2] bei *Maina* unweit Modena, bei *ıssuola* oder *Querzuola*, bei *Canossa*, drei in der Gegend n *Nirano*, eine, *delle Prate* genannt, bei Rocca Sta. Ma- ı; die *Gorgogli di Rivalta* und *Gorgogli di Torre* im Par- esanischen, die *Bergullo* im Bononischen u. a. SPALLAN- ZANI zählte bei der zu Querzuola 17 kleine Kegel von weiſser de, verschieden an Gröſse und alle mit einer trichterar- gen Oeffnung, worin die halbflüssige Masse zu kochen heint und zuweilen über den Rand geworfen wird. In ei- gen wird die Masse nur etwas gehoben, in andern und in wechselnden Perioden schleudert das Gas den Schlamm bis 2, 3 und sogar 5 Fuſs empor, was stets mit einem Ge- se verbunden ist. Als SPALLANZANI den Ort untersuchte, tte der gröſste Hügel 6 Fuſs Höhe und 19,5 Fuſs Umfang, r kleinste nur 2 Fuſs Höhe und 4 Fuſs Umfang; alle bil- ten fast einen Kreis und in der Mitte befanden sich zwei ine Teiche, in denen das salzig schmeckende Wasser nebst m Schlamme stets zu kochen schien. Auf der Oberfläche ıwammen einige durch den Geruch kenntliche Tropfen Pe- leum. Durch anhaltenden Regen verschwinden die Kegel d das Ganze zeigt eine dünnflüssige Masse, zuweilen aber, ıbesondere bei trocknem Wetter, erfolgen heftige Explosio- n, die mit einem donnerähnlichen Getöse verbunden sind,

1 Revue encyclop. 1823. Sept. Brugnatelli Giorn. Dec. II. T. VII. 124.

2 Journ. de Phys. 1818. Avr. et Mai.

Digitized by Google

wobei die Kegel in die Luft fliegen. Meistens folgen mehrere solche Explosionen auf einander, wie z. B. 1754 und 1772, als man das Getöse bis 8 ital. (1,6 geogr.) Meilen hörte. Die Salse von Sassuola warf 1790 einen Kalkstein von etwa 800 Pfund Gewicht bis auf 20 Fuſs Entfernung. Die Salse delle Prate hat nach Ménard de la Groye einen Kegel von 150 Schritt Umfang und 4 bis 5 Meter Höhe. Spallanzani fing von dem zu Querzuola aufsteigenden Gas auf und fand, daſs es sich entzünden lasse, daher er dasselbe für Wasserstoffgas hält, jedoch mit weit mehr Kohlensäure gemengt, als dasjenige, welches die stets brennenden Feuer nährt. Vermuthlich steht das hier erzeugte Wasserstoffgas mit dem Petroleum in Verbindung und es läſst sich davon kein Schluſs machen auf die Gasarten anderer Salsen.

3) Unter die berühmtesten Schlammvulcane gehören die in der *Krim*, hauptsächlich auf der Insel Taman und bei Kertsch, die schon von Pallas untersucht wurden, später durch Engelhardt und Parrot[1]. Letztere fanden auf Taman zwei Bassins von 16 Meter Oeffnung und 2,5 Meter Tiefe, die mit einer Masse von thonigem Schlamm gefüllt waren und aus denen alle 30 bis 40 Secunden eine Luftblase von fast 1 Fuſs Durchmesser in die Höhe stieg, die dann platzte und auf welche eine Menge kleinerer folgte. Dort ist ein Hügel, *Kuku-Obo* genannt, von 228 Fuſs Höhe und etwa 5400 Fuſs Umfang, auf welchem vor dem Ausbruche von 1794 ein 6 Fuſs breiter und 2 bis 3 F. tiefer Graben mit trinkbarem Wasser war, und der Boden läſst schlieſsen, daſs schon in älteren Zeiten dort verschiedene Ausbrüche statt fanden[2]. Neuerdings ist die Gegend wieder untersucht worden durch Verneuil[3], welcher angiebt, daſs die dortigen Hügel sich 200 bis 300 Fuſs über den Boden erheben und daſs ihre Seiten durch atmosphärisches Wasser und durch überflieſsende, welches nur wenigen Schlamm enthält, gefurcht sind. Auf der Spitze trifft man kleine Höhlungen, in denen sich stets geringe Mengen von schlammigem Wasser

1 Deren Reise in den Kaukasus.

2 Neue nordische Beiträge. Th. VII. S. 895.

3 Edinburgh New Phil. Journ. XLVII. p. 226. L'Institut. Ann. N. 219.

N. 2.

heben, auch steigen häufige Gasblasen darin empor, und fserdem zählte VERNEUIL daselbst gegen 40 Quellen, aus nen Petroleum geschöpft wurde. Bei dem Ausbruche von 94 hörte man zuerst ein Brausen, dann ein Krachen, wie m Donner, und nach einigen Minuten erhob sich angeblich ıe Feuersäule von etwa 50 Fufs Höhe und 30 F. Durchısser eine halbe Stunde lang; im Hügel entstand eine Oeffng, welche bald Koth bald Flamme ausspie, und das Ziıen, einem Kochen ähnlich, dauerte die ganze Nacht hinrch, wobei der Schlamm zu 10 bis 12 Fufs Höhe geworı ward. Nach dem Kothauswurf wurde der Krater mit eir sich erhärtenden Kruste überzogen, über die man gehn nnte. Das Land, worüber der Schlamm sich ergofs, wurde einem Hügel, dessen Gröfse man zu 100000 Kubiktoisen ıchlägt. Im Jahre 1807 hörten die Kosaken bei Kurgau ein töse, wie von Artillerie, der Hügel war mit Rauch erfüllt d es erhob sich langsam eine Masse, wie ein Haus grofs; de Steine wurden umhergeschleudert, jedoch ohne wahrhmbare Flamme. Gewöhnlich soll man drei Tage vor einem sseren Ausbruche, dessen Dauer in der Regel 6 Stunden beträgt, ı starkes unterirdisches Getöse hören; es steigt dann eine enge nach Petroleum riechendes Gas auf, auch will man zuilen einen dicken Dampf, selbst auch Flammen, gesehn ben, die nach anderen jedoch nur weifslicher Dampf sind. e Luft war nach ENGELHARDT und PARROT nicht entzündh und enthielt daher hierzu nicht Wasserstoffgas genug. nige glauben, die ganze Erscheinung werde durch ein unirdisches brennendes Steinkohlenflötz erzeugt; ob aber dies gegründet sey, darüber müssen wohl noch künftige nähere ntersuchungen entscheiden.

4) Die Schlammvulcane von *Baku*[1] hängen wohl ohne veifel mit den dortigen Gasvulcanen zusammen, wovon spär die Rede seyn wird. Der Hügel am Ausflufs des Kur, f welchem sich die Schlammkegel befinden, soll eine öhe von 420 Fufs gehabt haben, die Thonkegel selbst sind) Fufs hoch; inzwischen ist der Gipfel des Hügels eingeürzt und seine Höhe beträgt jetzt nur noch 100 Fufs bei

1 Leipziger Lit.-Zeit. 1819. St. 8. KÄMPFER Amoen. exot. §. 10. üller Samml. Russ. Gesch. Th. VII. S. 387.

900 Fuſs Meereshöhe. Das ausströmende Gas läſst sich nach Lenz[1] entzünden.

5) Dauxion-Lavayssé[2] beschreibt genau die zwei kleinen Schlammvulcane, die er auf der Insel *Trinidad* beobachtete. Auf einem Hügel von Thon befinden sich einige Kegel, ein bis zwei Fuſs hoch, oben offen und stets Schwefelwasserstoffgas ausstoſsend, in der Mitte aber ist ein gröſserer von etwa 5 Fuſs Höhe. Man hört ein anhaltendes Sprudeln, wie von siedendem Wasser, aber dennoch ist das nach Alaun schmeckende Wasser in den Kegeln, so wie das ausströmende Gas kalt. Es wurde eine 80 Fuſs lange Stange in die Oeffnung des einen Kegels gesteckt, um die Beschaffenheit des Innern damit zu erforschen, allein diese versank gänzlich ohne den Grund zu erreichen. Der zweite kleine Hügel, nicht weit hiervon entfernt, hatte 15 Fuſs Höhe und 80 Fuſs Umfang; in seiner Mitte befand sich eine Grube mit stets bewegtem alaunhaltigem Wasser, in welchem eine eingesenkte Stange gleichfalls versank. Man hört auch hier ein unterirdisches Getöse und fühlt das Beben des Bodens, ja es sollen zuweilen starke Explosionen statt finden.

6) Auf Java ist ein Schlammvulcan bei *Kuhoo*, aus dessen Wasser das Salz durch die Sonnenstrahlen krystallisirt und dann von den Bewohnern benutzt wird. Die ganze Fläche der Salsen hat ungefähr zwei engl. Meilen im Umfange. In der Mitte sieht man dicke Haufen Salzthon, halbkugelförmig und 10 bis 18 Fuſs hoch, die zuweilen platzen und einen dicken weiſslichen Dampf ausstoſsen. Bei den zwei gröſsten erfolgte dieses etwa achtmal in einer Minute, und dabei wurden jedesmal gegen 60 Centner Schlamm ausgestoſsen, welche mit Getöse wieder herabfielen und einen Geruch nach Schwefelleber ausstieſsen. Die an der Sonne erhärtete Oberfläche gestattet über sie hinzugehn, was jedoch mit Vorsicht geschehn muſs, um nicht einzusinken. Obgleich der zuweilen bis 20 Fuſs hoch emporgeschleuderte Schlamm dem Gefühle nach kalt ist, so versichern doch die Anwohner, daſs in der Tiefe eine gröſsere Wärme vorhanden sey[3].

1 V. Humboldt Fragmente. S. 84.

2 Voyage aux Isles de Trinité. T. I. p. 4. Vergl. Procter in Edinburgh Philos. Trans. 1816. N. 17.

3 Biblioth.univ. 1817. Juillet.

7) Auf *Barbados* befindet sich eine Salse, deren Oeffng in der nassen Jahreszeit voll Wasser ist, welches dann ts sprudelt, bei anhaltender Trockenheit aber verschwindet s Wasser, allein die Ausströmung des Gases dauert fort, e man daraus sieht, dafs in die Oeffnung gegossenes Was- sofort zu sprudeln beginnt. Das Gas ist kalt, brennt aber einem darüber gehaltenen Lichte und mufs daher wasserffhaltig seyn[1].

8) Bei *Turbaco*, einem kleinen Orte unweit Carthagena, obachtete v. Humboldt gleichfalls einen hierdurch bekannt wordenen Schlammvulcan. Dort erheben sich etwa 18 oder kleine kegelförmige Hügel zu einer Höhe von 21 bis 24 ifs und bestehn aus schwärzlich grauem Thone mit Verfungen auf ihren Gipfeln, worin sich Wasser befindet. In r Nähe hört man ein dumpfes, aber starkes Getöse, weles den stärkeren Gasentleerungen 15 bis 18 Secunden vorgeht. Das Gas ist reines Stickgas, die Kraft aber, womit hervordringt, deutet auf einen sehr starken Druck[2].

Die hier namhaft gemachten und die ihnen ähnlichen hlammvulcane beruhn nach überwiegenden Wahrscheinlichitsgründen keineswegs auf den Wirkungen eines unterlischen Feuers, sondern ohne Zweifel auf chemischen Prossen, und bestehn in einigen Fällen blofs aus Exhalationen gend einer Gasart, die aus einem anhaltend feuchten Boden fsteigt und somit die erwähnten Thonkegel bildet. Die f Java und bei Baku, erstere weniger als letztere, machen ervon vielleicht eine Ausnahme, weil jene Gegenden unrkennbare Spuren früherer oder noch jetziger Vulcaneität igen. Sofern aber die aufsteigenden Gasarten die eigentliche sache derselben sind, wobei dann der Auswurf des Schlames durch die Anwesenheit des Salzwassers und Thones bengt würde, fällt ihre Erklärung mit derjenigen zusammen, elche für die eigentlichen Gasvulcane aufgestellt worden ist, ofür auch noch der Umstand spricht, dafs sich in ihrer Nähe eichfalls häufig Erdöl findet[3]. Ganz anders verhält es sich

---

1 Waller's Reise nach Indien. Deutsche Ueb.

2 Journ. de Phys. 1818. Juin. Ann. of Philos. T. V. p. 73. Vergl. ött. gel. Anz. 1813. S. 982.

3 Vergl. Breislak Instit. géol. T. III. p. 153.

mit den Schlammvulcanen, welche Henderson[1] auf Island beobachtete, sofern diese offenbar mit brennenden Vulcanen in Verbindung stehn, auf ausgestofsenen, mehr als siedend heifsen Wasserdämpfen beruhen und also gleichsam einen Uebergang zu den heifsen Quellen bilden. Henderson beschreibt den Schlammbehälter, welchen er am Fufse des Krabla sah, als das Furchtbarste und Schauderhafteste, was sich die Einbildungskraft nur vorstellen kann. Von einer erhöheten Lage Lava, mit erweichtem schwarzem Bolus und Schwefel vermengt, erblickte er auf seiner Wanderung in einer lothrechten Tiefe von mehr als 600 Fufs unter ihm 12 Behälter mit stets siedendem schwarzem Schlamme erfüllt, woraus dicke, die Sonne verdunkelnde schwarze Dämpfe emporstiegen. In einiger Entfernung traf er einen fast 300 Fufs im Umfange haltenden Pfuhl einer schwarzen schlammigen Masse, in deren Mitte eine mächtige Säule von der nämlichen Substanz unter stetem Rauchen in die Höhe sprang. Als das Phänomen intermittirte, konnte er genau die Beschaffenheit des Schlammes untersuchen, welcher aus Wasser, Schwefel und schwarzem Bolus zusammengesetzt war und als eine Säule von wenigstens 10 Fufs Durchmesser abwechselnd von 15 bis 30 Fufs Höhe emporgeschleudert wurde. Das Sieden hörte nie auf, die Schlammauswürfe erfolgten aber in Absätzen von etwa 5 Minuten und in der Zwischenzeit sprangen Wasserstrahlen bis zu etwa 12 Fufs hoch empor. In derselben Gegend befanden sich noch mehrere kleinere Behälter von der nämlichen Beschaffenheit, auch sah Mackenzie[2] deren häufig auf Island, in denen jedoch der Schlamm nur etwa 6 bis 8 Fufs hoch geworfen wurde.

b) Gasvulcane.

An verschiedenen Orten quillt eine wahrhaft erstaunenswerthe und ganz unerschöpfliche Menge Gas aus der Erde

1 Island. Th. I. S. 207. Vergl. Olafsen's und Povelsen's Reise. S. 726. Aufser den hier erwähnten werden noch viele sonstige Behälter mit siedendem Schlamme an verschiedenen Orten auf Island, namentlich in der Nähe der Geiser, gefunden.

2 Reise durch die Insel Island. Deutsche Ueb. Weimar 1815. S. 142. 147.

ge Höhlen dieser Art, die hauptsächlich kohlensaures und efligsaures Gas liefern und durch ihre erstickende Eigent berühmt geworden sind, wurden bereits oben[1] namgemacht; es giebt deren aber noch mehrere, wo nicht len, doch Plätze, die auf gleiche Weise die Aufmerksamder Naturforscher rege gemacht haben. Als vorzüglich ıcklich darf das erst neuerdings durch A. Loudon[2] näuntersuchte *Todesthal* (*Guwo Upas*, *Giftthal*), etwa 3 Meilen von Balor auf Java, genannt werden. Der Zuwar, der Beschreibung nach, beschwerlich, und bei der iherung empfand man in einer Entfernung von einigen Schritinen erstickenden Geruch, welcher dicht am Rande des Thales er verschwand. Das längliche Thal, etwa eine halbe e im Umfange haltend, 30 bis 35 Fufs tief, völlig eben, alle Vegetation des Bodens, auf welchem anscheinend ge grofse Flufssteine lagen, war überall mit Skeletten von schen, Tigern, Wildpret und Vögeln aller Art bedeckt. er aus harter, sandiger Substanz bestehenden Fläche sah nirgends Risse oder Spalten, die Ränder aber waren mit nen und Gesträuchen bewachsen. Ein hinabgelassener d fiel nach 14 Secunden auf den Rücken, lag unbeweg-, athmete aber noch 18 Minuten, ein anderer fiel schon 10 Secunden bewegungslos nieder und athmete nur noch linuten, und ein dritter starb, ehe er den Boden erreicht e. Die Knochen eines Menschen, welcher am Rande umommen war, erschienen so weifs, wie Elbenbein gebleicht, es ist wahrscheinlich, dafs Verbrecher oder Verirrte hier Tod fanden, da bei zu grofser Annäherung plötzlich Beung eintritt, die das Zurückkehren unmöglich macht. Ein uch nach Schwefel, wie bei der Hundsgrotte unweit Nea- ist hier nicht zu bemerken, ungeachtet noch thätige Vule in der Nähe sind.

Ausströmungen von kohlensaurem Gas, *Mofetten*, giebt viele in der Nähe sowohl thätiger als auch erloschener cane, wie vorzugsweise G. Bischof[3] durch ausführliche

---

1 S. Art. *Höhlen.* Bd. V. S. 421.
2 Edinburgh New Philos. Journ. N. XXIII. p. 102.
3 Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers u. s. w. S. ff.

und gründliche Untersuchungen gezeigt hat. Häufig ist das selbe an Wasser gebunden und giebt dann den sogenannten *Säuerlingen* den Ursprung, nicht selten strömt dasselbe frei aus der Erde, und zwar in ausnehmend großer M Am Vesuv zeigen sich die Ausströmungen meistens erst W chen lang nach den Ausbrüchen, ja im J. 1822 geschah dies ses erst 40 Tage nachher; sie dauern dann einige Tage mehrere Monate und sollen Exhalationen der in Spalten u Klüfte eindringenden und daselbst erkaltenden Lava seyn, weswegen ihre Menge bei der Annäherung zum Krater zunimmt. Außer diesen vorübergehenden Ausströmungen v Kohlensäure giebt es auch perennirende (ohne die Säuerlinge mit zu zählen) in allen Gegenden der Erde, wo sich Spuren früherer oder noch dauernder vulcanischer Thätigkeit vorhanden sind, als namentlich die durch Boussingault[1] America nicht weit vom Aequator gefundenen, in der A vergne, wo Fournet[2] in der Nachbarschaft von Pontg eine Menge ausströmende heiße Kohlensäure entdeckte, Rhein in der Gegend des Laacher Sees, welche M durch G. Bischof untersucht wurden. Dort kommt das G im Wasser bloß am Rande vor, wo die Tiefe nur etliche F beträgt, desto reichlicher aber findet es sich in der Umgeb Am stärksten zeigt sich die Entwickelung im Kesselthale Wehr, dem wahrscheinlichen Mittelpuncte des ehemal Kraters. Eine einzige Gasquelle im Brohlthale liefert g 5000 rhein. Kubikfuſs Gas in 24 Stunden, und da man gesammte Production jener Gegend füglich tausendmal so g schätzen kann, so beträgt dieses 5 Millionen Kubikfuſs 600000 Pfund Kohlensäure täglich[3]. Wegen der fortd den Entwickelung dieser Mofetten kann ihre Ursache nicht seyn, welche sie bei den Vulcanen erzeugt, auch läßt sich nicht in einem Verbrennen kohlenstoffhaltiger Substanzen suchen, welches sonst zugleich eine Menge Stickgas erzeugen müßte, und Bischof leitet daher ihren Ursprung von der B dung des Basaltes und sonstiger vulcanischer Producte aus koh saurem Kalke, Natron und Magnesia her, als welche Stoffe

1 Ann. de Chim. et Phys. 1833. Janv.
2 Edinburgh Philos. Journ. N. XVIII. p. 377.
3 Schweigger's Journ. T. LVI. p. 147.

nen Felsarten in bedeutender Menge finden. Dabei müfste angenommen werden, dafs die Erzeugung jener vulcani- Gebilde durch den Einflufs der dauernden inneren Erd- e bewirkt würde, die erzeugte Kohlensäure aber sich Risse und Spalten nach der Oberfläche der Erde be- [1]. Unter Gasvulcanen versteht man zunächst diejenigen , an denen Wasserstoffgas aus der Erde aufsteigt, welches entzünden läfst und dann eine längere oder kürzere Zeit, ilen ohne Unterbrechung, stets fortbrennt. Auf diese ichen, etwa 5 Fufs hohen, hüpfenden Flammen, wie sie in Italien zeigen, hat vorzugsweise Spallanzani[2] zu- aufmerksam gemacht, nachher aber sind ebendiese durch ard de la Groye[3] ausführlich beschrieben worden.

1) In Italien sind solche bei *Pietra Mala*[4], wo vier mit gröfseren und vielen kleineren Flammen brennende Stel- gefunden werden, die das Feuer *del Legno*, *dell' Acqua* , *del Peglio* und *de Canida* heifsen. Das erste ist das ste, liegt dem Wirthshause an der Landstrafse am näch- und wird daher am meisten von Reisenden besucht. einer Fläche von 12 Fufs Durchmesser erscheinen meh- Flammen, deren eine hell, rein und ohne Rauch aus kleinen Oeffnung in der Erde aufsteigt. Bei Nacht er- int sie blafsgelb, fast weifs, erreicht etwa 5 Fufs Höhe, 3 Fufs Durchmesser und theilt sich zitternd oben tulpen- in viele Blätter. Andere Flammen in ihrer Nähe erhe- sich kaum zu einem Fufs oder zu 2 bis 3 Zoll, sind und erscheinen blofs, wenn sie gröfser sind, oben etwas lich. Erweitert man die Oeffnungen mit einem Stabe oder

---

1 Wegen des weiteren Verfolgs dieser Untersuchungen von Bi- r, wonach er die Anwesenheit von tropfbar-flüssiger Kohlensäure nnern der Erde annimmt und in ihrer Elasticität bei einwirken- höherer Temperatur ein Mittel zur Hebung der Laven findet, ver- ich auf das Werk selbst.

2 Voyages aux deux Siciles. T. V. Von der Porretta Nova als nender Quelle ist schon in Comment. Bonon. T. I. p. 119. die t.

3 Journ. de Physique. T. LXXV. p. 256. T. LXXVI. p. 254. t findet man die frühere Literatur.

4 Odeleben Beiträge zur Kenntnifs von Italien. Th. I. S. 150. gl. G. LII. 445.

stampft man mit dem Fuſse auf den Boden, so werden die Flammen gröſser; die kleineren lassen sich leicht aus- oder mit ein wenig Erde auslöschen, entzünden sich aber wieder; die gröſseren dagegen erlöschen durch starken W... nicht, bloſs durch eine gröſsere Menge Wasser, und entzün- den sich auch dann bald wieder mit einem heftigen Kn..., was nach Spallanzani und Ménard de la Groye von Hitze des Bodens herrührt, so daſs sie nach dessen gen... der Abkühlung durch Kunst wieder entzündet werden m... ten. Die Hitze der Flamme ist beträchtlich, reicht aber ... hin, um Steine zu verglasen; das Gas ist kohlenstoffhalt... Wasserstoffgas mit etwas Petroleumdampf, wie durch den Ge- ruch und die Farbe der Flamme angezeigt wird. Die Ac... Buia ist ein kleiner Teich, von höchstens 6 Fuſs Durchm... ser, mit kaltem, klarem, aber brakisch schmeckendem Wass... aus welchem stets Gasblasen aufsteigen, die einen Ge... nach Kohlenwasserstoffgas verbreiten. Das in der Nähe ... steigende Gas entzündet sich leicht, brennt aber nicht ... ständig.

Die Feuer von *Barigazzo* werden schon im J. 1684 er- wähnt; sie nehmen einen Raum von 15 Fuſs Länge und ... Fuſs Breite ein und brennen in drei Gruppen höchstens ... Fuſs hoch. Spallanzani lieſs sie insgesammt auslöschen, grub dann eine Vertiefung und erhielt in derselben eine ... Fuſs hohe und 5 Fuſs dicke Flamme, welche nach seiner An- weisung eine Zeit lang zum Kalkbrennen benutzt wurde. ... der Umgebung, z. B. zu Orto dell' Inferno, bei Vetta, bei Br... und Serra de' Grilli, sind gleichfalls solche Feuer, am le... Orte nur kleine, die höchstens einen Fuſs hoch werden ... erst brennen, wenn man sie anzündet, obgleich das Gas ... aufsteigt. Aehnliche Feuer bei Velleja am Flusse Chero be- schrieb Volta zuerst im J. 1784 als sehr groſs und ge- waltsam.

2) In Frankreich findet man neben der kleinen Stadt S. Barthelemy die sogenannte brennende Quelle der Dauphiné. Sie liegt nicht weit von Grenoble und hat ihren Namen ohne Zweifel daher, daſs ehemals dort Wasser stand, in welchem das brennbare Gas aufstieg. Jetzt fehlt das Wasser, aber das in nicht beträchtlicher Menge aufsteigende Gas läſst sich ent- zünden.

3) In Grofsbritannien finde ich keine Gasvulcane angege-
ı, obgleich in den Kohlenminen eine Menge des entzünd-
ıen Gases frei wird. Inzwischen erzählt Thomson[1], dafs
st bei Bidlay unweit Glasgow an den Ufern eines kleinen
sses eine bedeutende Menge Gas ausströmte, welches ein
hter in Röhren auffing, anzündete und 5 Wochen lang
Brennmaterial benutzte.

4) Ungarn hat mehrere stets brennende Feuer, unter de-
ı der *Zugo* bei Klein-Saros am bekanntesten ist[2]. Aufser-
n strömt in der Salzgrube bei Szalatina aus einer Spalte in
er Lettenschicht seit dem 13ten März 1826 stets Leucht-
(kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas), welches sich zufällig
zündete, nachher aber in Röhren fortgeleitet und zur Er-
chtung der Grube benutzt wurde[3].

5) In Lycien bei Phaselis soll schon seit 2000 Jahren
Bergfeuer *Yamar* in einer Felsenspalte brennen[4]; bei der
ngelhaftigkeit der Nachrichten ist jedoch schwer zu ent-
eiden, ob der Ort ein eigentlicher Gasvulcan oder ein noch
nnender wirklicher Vulcan sey.

6) Die bedeutendsten, seit den ältesten Zeiten bekannten,
ı vielen Reisenden besuchten und beschriebenen Gasvulcane
d die stets brennenden Feuer auf der Insel Absheron oder
nheron, 15 Werst von Baku am kaspischen Meere, von den
ıgebornen *Ateschgah* (Feuerstätte) genannt. Das brennbare
ı ist dort so reichhaltig vorhanden, dafs es aus jedem in
Erde gemachten Loche hervorquillt, sich an einem ge-
ıerten Lichte entzündet und nicht eher erlischt, als bis
n die Oeffnung mit etwas Erde bedeckt. Insbesondere ha-
ı Forster und Reineggs über die dortige Gegend inter-
ante Nachrichten mitgetheilt. Die das eigenthümliche Phäno-
n zeigende Strecke beträgt ungefähr zwei französ. Quadrat-

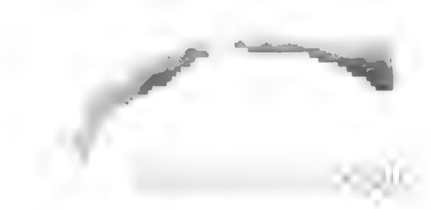
---

1 Edinburgh Journ. of Sc. N. Ser. N. I. p. 67. Einige werden
ähnt in Phil. Trans. N. XXVI. p. 482. N. CCCXXXIV. p. 475.,
neueren Schriftstellern finde ich jedoch keine weitere Nachricht
on.

2 V. Jacquin in G. XXXVII. 1.

3 Poggendorff's Ann. VII. 133.

4 Beaufort's Caramania. Lond. 1837. p. 44. Von einer bren-
ıden Quelle des dodonäischen Jupiters redet Plinius H. N. II. 103.



meilen und liegt etwa drei Meilen vom Meere entfernt. Da Gas steigt am häufigsten aus einem dürren, steinigen B von Muschelkalk auf, wo ehemals ein altes Gebäude m indischen Priestern und noch andern Feueranbetern sta und der Tradition nach sollen jene Feuer schon mehrere T send Jahre gebrannt haben. Der Tempel war gewölbt, wenn man den Rissen in der Mauer ein Licht naherte, entzündete sich eine Flamme, die sich anderen Rissen theilte, aber alle liefsen sich leicht ausblasen. Im Boden fanden sich Gruben, über denen gekocht wurde. Zu die Ende stecken die Bewohner ein Rohr in die Erde, entzü das ausströmende Gas mit einem Lichte, und es brennt d so lange, bis es mit einem eigenen Deckel ausgelöscht w Die Flamme läfst sich auch zum Kalkbrennen benutzen[2]. D Quantität des hier ausströmenden Gases ist gröfser, als an i gend einem andern Orte, und die Feueranbeter Asiens be trachten dieses Feuer als ein heiliges, weswegen viele W fahrten dahin angestellt und Schläuche, mit dem ausstr den Gase angefüllt, in entfernte Gegenden gebracht we Dennoch hatte man stets keine genauere Kenntnifs seiner B schaffenheit. Volta hielt es für Sumpfluft, Spallanz für Wasserstoffgas oder eigentlicher Kohlenstoff-Wassers gas, welches nach Breislak aus Petroleum entstehn eine Ansicht, die auch Ménard de la Groye theilt. Le hat dem Mangel unserer Kenntnifs dieses Erzeugnisses a holfen, indem er eine genügende Menge des Gases in w verwahrten Flaschen nach Petersburg sandte, wo dass durch Hess analysirt wurde[3]. Letzterer fand, dafs es K lenwasserstoffgas mit einem kleinen Zusatze von Na sey, welches aus 77,5 Kohlenstoff und 22,5 Wasserstoff steht. Betrüge der Wasserstoff 24,6 in 100, so würde es die Formel CH^4 passen; der Unterschied soll auf der A wesenheit von etwas Kohlensäure beruhn. Die Temper des ausströmenden Gases, da wo es nicht stets brennt, Lenz der mittleren des Bodens ungefähr gleich, nämlich 12° C

---

1 Lenz fand daselbst etwa 20 feueranbetende Hindu. S. v. H boldt Fragmente. S. 81. Vergl. Poggendorff's Ann. XXIII. 297.

2 Mounsey in Philos. Trans. XXV. p. 296.

3 Edinburgh New Phil. Journ. N. XLVII. p. 227.

Die Gegend von Baku ist bekanntlich sehr reich an Pe-
eum und zeigt sichtbare Spuren früherer und anscheinend
h fortdauernder Vulcaneität, wenn auch letztere gegenwär-
darauf beschränkt ist, dafs durch die unterirdische Hitze
roleum zerlegt wird. Aus der starken Gasentwickelung
en sich dann auch die nicht selten in jenen Gegenden sich
enden vulcanartigen Explosionen erklären. So erhob sich
r andern am 27sten November 1827 etwa 14 Werste von
u beim Dorfe Jakmali ein Feuer, welches sich unter lau-
Donner entzündete und erst sehr hoch, dann niedrig
nte, bis es nach 24 Stunden erlosch. Die Flamme dieses
es soll heller, als die beim Götzentempel, und das Gas
st geruchlos gewesen seyn[1], welche beide Angaben jedoch
r sich nicht gut übereinstimmen.

7) Aehnliche Gasvulcane findet man in Kurdistan bei
ela, auch zu Chittagong in Bengalen und an andern Or-
des asiatischen Hochlandes. Auch auf Sumatra soll ein
brennender Berg mit vielem Petroleum seyn und die
wesenheit des letzteren erlaubt auf einen dortigen Gasvul-
zu schliefsen.

8) Im Dorfe Fredonia im Staate Newyork, etwa 40 engl.
len von Buffalo und nur zwei vom See Erie, gewahrte man
n Abbrechen einer Mühle mehrere aus dem Wasser des
sses Canadaway aufsteigende Gasblasen und fand, dafs sie
entzünden liefsen. Es wurde darauf ein Loch in den
sen gebohrt, aus welchem wirklich ein übel riechendes
aufstieg, welches man in einem Gasometer auffing und
Erleuchtung des Dorfes mit mehr als hundert Flammen
utzte, die etwas minder hell brennen, als die künstlichen
lichter. In einiger Entfernung vom Dorfe steigt in dem
lichen Flusse noch eine vielleicht viermal so grofse Quan-
t auf[2].

Dafs das erwähnte eigenthümliche brennbare Gas an vie-
Orten der Erde erzeugt werde, obgleich es nicht als Gas-

---

1 Carlsruher Zeitung 1828. N. 59. Ann. de Chim. et Phys. T. XIX. p. 425.

2 Edinburgh New Philos. Journ. N. XVII. p. 185. Vergl. VIII. 104.

Digitized by Google

Digitized by Google

Als der Graf Porcia zu Gajarine im Districte von
no artesische Brunnen bohren liefs, strömte aus dem
e eine Menge Gas, welches angezündet wurde und
Stunden anhaltend mit einer starken Flamme brannte[2].
der Saline zu Rheina in der Grafschaft Teklenburg
Quelle, der sogenannte *Windbrunnen*, aus welchem
zündliches Gas strömt. Seit mehr als zwanzig Jahren
sselbe durch zweckmäfsige Vorrichtungen des Salinen-
rs Ratkrs zum Erleuchten und zum Heizen gebraucht,
s mit einer hellen weifsen Flamme brennt. Sein spec.
t wird =0,66 angegeben, und es soll mit etwas Kohlen-
nd etwas Schwefelwasserstoffgas verunreinigt seyn[3]. Dafs
r Sorte Steinsalz entzündliches Gas eingeschlossen ent-
sey, welches durch Auflösung desselben im Wasser
ht, ist eine interessante neuere Entdeckung; übrigens
Ursprung des in so ungeheurer Menge aus der Erde
enden Wasserstoffgases ohne Zweifel in der Zersetzung
Vassers oder noch wahrscheinlicher des Petroleums zu
.

ngleich räthselhafter, als diese Feuer, sind diejenigen,
verschiedenen Gegenden zu gewissen Zeiten zum Vor-
kommen und blofs leuchten, ohne zu brennen[4].
ggs erzählt von diesen, wie sie in der Gegend von
zuweilen beobachtet werden, Folgendes. Nach warmen
tregen, bei schwüler Luft, stehn zuweilen die Felder der
gend in vollen Flammen. Zuweilen scheint es, als rolle
euer in grofsen Massen vom Berge herab, zu andern

1 Aus Silliman's Amer. Journ. T. X. p. 5. in Edinburgh Journ. . N. IX. p. 189.

2 Aus Osservatore Triestino 1833. Jun. 8. in Baumgartner's Zeitft. Th. II. S. 284.

3 Edinburgh New Phil. Journ. N. VIII. p. 402. Poggendorff's VII. 132.

4 Ich erinnere mich gelesen zu haben, dafs in Ungarn zuweilen, entlich in Viehställen, Flammen aus der Erde kommen, die dem 1 grofsen Schrecken verursachen, aber nicht zünden. Auf gleiche ise erzählte Lambert dem Geoffroy St. Hilaire, dafs einst auf 1 Schlosse Marolles bei Coulommiers eine bei Tage sichtbare, hell-ndende Flamme aus der Erde kam, einen ganzen Stall erfüllte 1 grofsen Schrecken, aber keinen Schaden anrichtete. S. Froriep tizen. Th. XXXI. S. 265.

Zeiten verläfst es seine Stelle nicht. Dasselbe zündet man empfindet darin keine Wärme, trocknes Gras und werden nicht verbrannt, und doch sieht man das Feuer lich, blofs durch einen bläulichen Schein unterschieden. trocknem Ostwinde kennt man das Phänomen nicht, dunkelwarmen Nächten dagegen ist es am stärksten in Ebenen und die Berge ragen dann dunkel über dasselbe por. Die Thiere der Caravanen erschrecken heftig vor selben, es dauert aber blofs bis in die vierte Stunde Nacht. In hellen Nächten, z. B. im October bei Monds verschwindet das Feuer in der Ebene, erleuchtet aber Bergspitzen des Kaukasus im Osten, wenn man diese Schirwan aus, westlich von Baku, erblickt, und am steht der Berg *Sughduku* (Berg des Paradieses) in prachtvollen Feuer, wovon man in der Ebene nichts In Ungarn sollen diese Feuer sich zuweilen zeigen, auch det v. HUMBOLDT[1] von solchen Feuern in Cumana, hauptsächlich des Nachts sichtbar, sich aus der Erde zu ben scheinen, aber selbst das dürre Gras nicht entzü Hierhin gehört ohne Zweifel auch die Erscheinung, welche K. K. Gärtner CARL RITTER auf dem Rücken eines Kalkgebirges im Norden der Stadt Gonaïres auf Hayti achtete und auf folgende Weise beschreibt[2]. Am 10ten bruar 1821 gegen 3 Uhr Nachmittags erblickte er auf Kamme dieses etwa 800 Fufs hohen Gebirges ein und Dampfen, welches sich anfangs an etwa 10 abgeson ten Stellen zeigte und gerade in die Luft ging. In der genden heiteren und mondlosen Nacht wurde dieses spiel majestätisch, denn es erschienen mehrere Feuer von Gröfse einer Lichtflamme bis zu 6 Fufs Höhe, welche auf der Erde hinliefen, bald abwechselnd verlöschten und wieder entzündeten. Die Farbe der Flamme war gelb roth und röthlich und die Erscheinung blieb sich wäh der ganzen Beobachtungszeit bis 3 Uhr Morgens stets Die Neger berichteten, dafs diese Feuer manche Jahre, doch nur einmal und zwar in der trockensten Jahreszeit, sehn würden. Nach ihrer Meinung bewirke die damals

1 Reisen. Deutsche Ueb. Th. I. S. 484.

2 Wiener Zeitschrift. Th. VII. S. 283.

dende Dürre ein Verbrennen der während der Regenperiode wachsenen Pflanzen. Den Ort dieses Phänomens genauer untersuchen wurde dadurch gehindert, dafs RITTER keine eignete Stelle finden konnte, um bei den steilen Abhän- des Berges auf seine Spitze zu gelangen. Die Hypothese, nach man diese Flammen von entwickeltem phosphorhalti- n Wasserstoffgas ableitet, ist zwar plausibel, aber nicht über Einwendungen erhaben.

An diese Erscheinungen schliefst sich eine andere an, die r wohl ohne Zweifel zu einer verschiedenen Classe gehört, nlich die des brennenden Berges oder Hügels im Gebiete Mursatarskischen Baschkiren, welcher im Jahre 1767 vom tze getroffen sich entzündete und noch brannte, als PAL- s im J. 1770 ihn beobachtete. Ohne eigentliche vulcani- e Ausbrüche raucht und dampft der Berg stets, der Schnee milzt auf seiner Spitze sogleich weg, die heifse aus dem- ben aufsteigende Luft riecht nicht nach Schwefel, und wenn o die Ursache in verbrennenden Steinkohlen liegt, wie dar- wahrscheinlich wird, dafs das Feuer stets tiefer hinabdringt, müssen diese keinen Schwefel enthalten, oder es verbrennt rt nur Petroleum oder irgend ein anderer, keinen Schwefel thaltender Brennstoff[1]. Auf jeden Fall gleicht dieser Ort r Beschreibung nach vollkommen denen, wo sich erweis- h unterirdische brennende Kohlenflötze befinden, deren hier nige genannt werden mögen, weil man diese Phänomene ufig zur Erklärung der vulcanischen zu benutzen suchte, ozu sie aber nicht geeignet sind, weil schon an sich die forderlichen grofsen Lager brennbarer Stoffe nicht in solche efen gesetzt werden können, wo sich die vulcanischen erde befinden, und aufserdem auch beide Phänomene sehr n einander verschieden sind. Steinkohlen- oder Braunkoh- nflötze brennen anhaltend, ruhig und sehr gleichmäfsig, ohne riodischen Wechsel von Ruhe und Thätigkeit, und man eht nur die Folgen einer höheren Bodentemperatur dieser ellen, so wie aufsteigenden Rauch mit Dampf, aus welchem ch meistens Stoffe niederschlagen, die, nach örtlichen Bedin- ngen verschieden, in einigen Fällen der Untersuchung sehr

---

1 Journ. de Phys. T. XXII. Breislak Instit. Geol. T. III. p. 5.

Digitized by Google

werth sind. Letzteres ist namentlich der Fall bei dem b kannten brennenden Steinkohlenflötze unweit Dutweiler i Saarbrück'schen, welches nach HABEL's Berichte[1] ungefähr 1660 durch die Unvorsichtigkeit eines Hirten in Brand g rieth und bis diesen Augenblick fortwährend gebrannt h Aehnliche *Erdbrände*, wie man sie gleichfalls nennt, fa man bei Creusot in Frankreich, wo BREISLAK einen Stei kohlengang seit mehreren Jahren ruhig brennen sah, zu Galère am Ausflufs der Rhone, wo nach PATRIN das Fe jährlich eine Menge Kohlen verzehrt; zu New-South England wurde noch kürzlich aus der Hitze der Oberfl auf den unterirdischen Brand einer Steinkohlenlage geschl sen[2]; ein Braunkohlenflötz zu Epterode am Habichtswald i Kurhessen brennt seit fast zwei Jahrhunderten; der Brand Zwickauer Schwarzkohlengebirge soll schon im J. 1641 e standen seyn, als der General BORRY jene Stadt besetzte man absichtlich Feuer in die Minen warf[3]. In Böhmen den sich mehrere solche Orte, namentlich zu Milsau[4], auffallendsten ist aber die brennende Steinkohlenmine zu camari bei St. Etienne in der Dauphiné, von welcher als cher schon in Nachrichten aus dem 14ten Jahrhundert g det wird[5], und häufig findet man solche Erdbrände in R land, namentlich bei Reval[6], am Flusse Jurjusen im U schen[7], im Schiefer am Flusse Tom, in Tschumüsch an Tomsk und in der Nähe des Flusses Sswäga[8]. Es w nicht schwer fallen, noch mehrere Orte namhaft zu mac wenn es der Mühe werth wäre, sie aufzusuchen[9].

C. Heiſse Quellen.

Daſs die an vielen Orten der Erde zum Vorschein kom-
nden *Thermen* ihre höhere Temperatur der inneren Erd-
rme verdanken, ist in neueren Zeiten hauptsächlich durch
Bischof[1] wohl auſser Zweifel gesetzt worden. Merkwürdig
in dieser Beziehung, was Forbes[2] über die heiſsen Quel-
in den Pyrenäen berichtet, indem er nach Camperdon
ührt, daſs namentlich die *Source de la Reine* zu Bagnères
Luchon bis 1755 kalt war, nach dem Erdbeben zu Lissa-
n aber eine Wärme von 51° C. zeigte, und daſs nach
irdner sich ähnliche Resultate auch an andern Orten er-
ben haben[3]. Heiſse Quellen kommen vorzugsweise aus
gebirgen da, wo diese an andere Felsarten grenzen. Von
sem Gegenstande im Allgemeinen kann hier aber die Rede
ht seyn, sondern die Untersuchungen beziehen sich nur
diejenigen heiſsen Quellen, die erweislich ein Erzeugniſs
ch thätiger Vulcane sind.

Vor allen andern Gegenden ist Island reich an solchen
ellen, die auch von vielen Reisenden beobachtet und beschrie-
n worden sind, namentlich durch Stanley[4] und Andere. Eine
ſse Menge derselben befindet sich nach Henderson[5] an
r Grenze der sogenannten Wüste, an der Stelle, die *Hwe-
vellir* oder Ebene der heiſsen Quellen genannt wird. Der

---

1 Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers u. s. w. Leipzig
7. a. a. O., wo auch die Literatur gefunden wird. Vergl. Art.
llen. Bd. VII. S. 1075.

2 Philos. Trans. 1836. P. II. p. 595.

3 Die kalten Säuerlinge haben nach der oben angegebenen Theo-
gleichfalls innigen Zusammenhang mit erloschenen oder noch bren-
den Vulcanen, und so ist es dann natürlich, daſs deren nicht wenige
Island gefunden werden. Mackenzie Reise durch die Ins. Island.
utsche Ueb. Weim. 1815. S. 492. nennt als von ihm auf dieser In-
untersuchte kalte mineralische Quellen die zu Stadarhaun, eine
khaltige kohlensaure, die Oelkilda oder Albrunnen, eine kohlen-
re, die bei Raudimels, die zu Lysiehuls, welche Kohlensäure,
lens. Kalk, Soda und Kochsalz enthält, die zu Buderstad, unge-
r die nämlichen Bestandtheile und noch etwas Thonerde enthal-
d, u. s. w.

4 Bibl. Britann. T. IV. p. 243. 330.

5 Island. T. II. p. 213.

Digitized by Google

District war ursprünglich ein Morast, die Oberfläche hat si
aber durch stete Anhäufung des Sinters aus den Quellen e-
härtet. An einer Stelle sind neben einander acht Quellen m
stets siedendem Wasser, welches jedoch nicht in die H
springt; an einer andern sind solche, die zuweilen fontai-
artig springen, bei allen aber findet man die mannigfaltigste
Inkrustirungen. Am merkwürdigsten ist der *Auschrcim* od
brüllende Berg, welcher um so mehr Erwähnung verdi
als nur wenige Reisende diesen District besucht haben. A
einer etwa 4 Fuſs betragenden Erhöhung von erhärtetem B-
lus strömt aus einer Oeffnung stets Dampf mit einem Ge
welches dem eines groſsen Wasserfalls gleich kommt. Di
eingeworfene Steine werden hoch emporgeschleudert, und d
Toben vermehrt sich, wenn man eine Stange hineinbri
Von einer benachbarten Höhe gewahrt man eine merkwü
Regelmäſsigkeit der Explosionen. Der brüllende Berg g
gleichsam das Signal, dann folgen schnell die gröſseren Q
len und sogleich die kleineren, indem aus allen dicke Da
wolken aufsteigen und die Fontainen abwechselnd sprin
Hat dieses etwa 5 Minuten gedauert, so tritt ein plötzlich
Stillstand von etwa 2 Minuten ein, und dann beginnt d
Schauspiel aufs Neue. Mackenzie[1] sah im Thale Reik
einen Hügel mit etwa 16 heiſsen Quellen, alle kochend u
das Wasser emportreibend. Zwei derselben wechselten re-
gelmäſsig, indem die eine anfing, wenn die andere aufgehört
hatte, jene sprang etwa 4½ Minuten lang, diese 3 Minu
beide bis zur Höhe von 12 bis 15 Fuſs, ohne daſs sich e
Grund dieser Regelmäſsigkeit auffinden lieſs. Henderson e-
wähnt diese Quellen gleichfalls mit dem Zusatze, daſs m
sie zu einem Bade, dem bekannten *Snorro-Lang* (Sno
Bad), benutzt habe.

Die bedeutendste Fontaine siedend heiſsen Wassers, d
es überhaupt und auch auf Island giebt, ist der *Geiser* o
sind die Geiser, denn es giebt mehrere an derselben St
und auſserdem werden auch andere Springbrunnen mit d
sem Namen belegt. Von ihnen redet schon Saxo Gram-
maticus in seiner Vorrede zur Geschichte Dänemarks, u

1 Reise durch die Insel Island. Deutsche Ueb. Weim. 1815.
S. 251.

ACKENZIE[1] sucht das Schauspiel, welches sie darbieten, zu rsinnlichen, obgleich er versichert, dasselbe sey so groſs-ig, daſs es sich weder beschreiben noch zeichnen lasse. sbesondere erwähnt er die interessanten, so schnell erfol-nden Uebersinterungen, indem selbst zum Theil noch grü-nde Pflanzen theilweise in Stein verwandelt worden sind. Die emperatur der isländischen, heiſsen Quellen ist in der Regel cht unter 87° C., der Geiser und Strockr aber haben Siede-tze, und übersteigen diese noch, wenn der Wasserdruck es läſst. Die bedeutendsten heiſsen Quellen befinden sich bei ɩalholt unweit Haukadal, zwei Tagereisen vom Hecla, wo e umgebenden Eisberge bis in die Wolken reichen. Unter wa 50 Quellen daselbst ist der eigentliche *Geiser* die stärk-e. Sie springt aus einer mit vielen Stalaktiten erfüllten kreis-nden Röhre in einem Bassin, dessen Massen verschieden an-geben werden. Nach HENDERSON[2] ist die Röhre 79 engl. ıſs tief, hat 8 bis 10 F. im Durchmesser und ist nach oben weitert, die Durchmesser des Bassins aber betragen 46 und 6 Fuſs. JOHN BARROW[3], welcher die Gegend im J. 1834 esuchte, giebt die Dimensionen anders an. Hiernach sind e Durchmesser des Bassins 65 und 52 engl. Fuſs bei einer öſsten Tiefe von 4 F., die der Oeffnung aber 18,25 und 16 uſs, doch verengert sich die Röhre nahe unter der Mündung is zu 10 oder 12 Fuſs und hat eine Tiefe an einer Seite on 67, an einer andern von 70 Fuſs. Die Inkrustirung ist ie polirt und so hart, daſs BARROW vergebens versuchte, it dem Hammer ein Stück abzuschlagen. Der Abfluſs der uelle ergieſst sich in den Huit-au oder weiſsen Fluſs, des-en Ufer, so wie die Umgebung des Bassins und der Ab-uſsrinne, mit den feinsten Krystallen von Kieselsinter über-ogen sind. Das Wasser im Bassin des Geisers und in son-igen Ansammlungen hatte eine Temperatur zwischen 82° und 4° C. und schien nach etwas Schwefel zu riechen, allein FARA-AY fand bei einer mitgebrachten Probe keine Anzeigen von orhandenem Schwefel. Die vielen kleineren Fontainen, im llgemeinen gleichfalls Geiser genannt, unter denen der groſse

1 Ebendaselbst. S. 272.
2 Island. T. I. p. 92.
3 A Visit to Iceland cet. Lond. 1835. p. 178.

Digitized by Google

so unsicherer ist, je weniger irgend ein bleibender bekan Gegenstand in der Nähe einen festen Anhaltpunct der Hö bestimmung für dieses vorübergehende Phänomen gew aufserdem aber ist der Wasserstrahl in eine unermefsli Dampfhülle eingeschlossen, welche sehr hoch aufsteigt u die vom Strahle selbst erreichte Höhe scheinbar grö macht. Endlich ist sicher die Höhe nicht jederzeit gle und manche Beobachter waren vermuthlich in dieser Bez hung mehr begünstigt, wobei es aufserdem sehr darauf an kommt, welchen erreichten Punct man als die äufserste Gr annimmt, denjenigen, welchen der volle massive Wass strahl erreicht, oder diejenigen, bis wohin einzelne Th emporgeschleudert werden. Ein solches Auffliegen einze Wasserpartikeln geht namentlich aus der Zeichnung herv welche Ohlsen entworfen hat, und es wäre daher mögl dafs unter mehreren von ihm beobachteten Explosionen be einer ungewöhnlich starken diese nebst dem umhülle Dampfe die von ihm angegebene Höhe von 212 Fufs erre hätten. Dieses übersteigt indefs die kühnste Phantasie so s dafs es immerhin als ein unübersteigliches Maximum ge kann, und man darf daher im Mittel bei einer Höhe von bis 100 Fufs als den stärksten Ausbrüchen zugehörig ste bleiben. Mackenzie giebt an, dafs nach dem Wasserstra wohl 30 Minuten lang eine Dampfsäule emporsteigt, die Wind nicht zu beugen vermag und durch welche sel Steine emporgerissen werden. Inwiefern es gegründet ist, d die Geiser bei den Erderschütterungen von 1783 an St abgenommen haben, dürfte schwer zu bestimmen seyn.

Die Lage der vielen einzelnen Fontainen siedenden W sers neben dem eigentlichen grofsen Geiser, die von den v schiedenen Reisenden angegeben werden, wird erst klar du die Ansicht des Grundrisses, welchen Barrow von der ga zen Gegend mitgetheilt hat. Ueber den am längsten bekan ten sogenannten grofsen Geiser mit dem Bächelchen, w das über den Rand des Bassins steigende Wasser in den w fsen Flufs abfliefst, findet kein Zweifel statt. Nordnordwe lich von ihm liegt der *brüllende Geiser* (*Roaring Geyser* n Barrow), in dessen Röhre man unter dem aufsteigen Dampfe ein stetes Toben hört. Früher war dieser eine mäch tige Fontaine, durch das Erdbeben von 1789 erhielt er abe

pie ein
e Fontaine s.

ne jetzige Beschaffenheit, und es entstand statt dessen der ockr. Westlich vom grofsen Geiser liegt ein gegenwärtig ender, welchen BARROW für STANLEY's neuen Geiser hält, l etwas entfernt von diesem, genau westlich vom grofsen, gt der jetzt sogenannte neue Geiser oder der *Strockr*, und ar der grofse Strockr, zum Unterschiede des südwestlich i ihm liegenden *kleinen Strockr*, von dessen gewaltsam beigeführtem Ausbruche oben die Rede war. Der grofse ockr ist vorzüglich von OHLSEN und HENDERSON beschrie-i worden. Er soll erst durch die Katastrophe von 1783 ent-nden oder zu seiner eigentlichen Stärke gelangt seyn, indem nach der Angabe der Einwohner wenigstens um ein Drit-höher springt, als der grofse Geiser. Bei der Explosion, lche KRUG v. NIDDA beobachtete, erreichte das Wasser) Fufs Höhe, einige vorher hineingeworfene und lothrecht ausgeschleuderte Steine gelangten aber zu einer noch weit fsern, mit den Augen kaum wahrzunehmenden Höhe. Er kein Bassin; den Durchmesser seiner Röhre fand OHLSEN n 8, unten 3 Fufs, seine Tiefe aber 44 Fufs; HENDERSON gegen giebt die Weite zu 8 bis 10 Fufs und die Tiefe zu Fufs an, zieht auch die Verengerung der Röhre nach un-in Zweifel, da die Dicke des ausfahrenden Wasserstrahls Fufs betrug. Bei ihm finden die nämlichen Detonationen tt, hauptsächlich aber treibt er mit gröfster Gewalt eine mpfsäule empor, in welcher einzelne Wasserstrahlen bis zu glaublichen Höhen geschleudert werden. OHLSEN giebt se zu 150 Fufs an, doch überstiegen die feinsten Strahlen se Höhe bei weitem, HENDERSON aber mafs zuerst 80 Fufs, iter 200 Fufs, und die feinsten Partikeln konnte das Auge ht verfolgen. Die Explosionen dauern bei ihm 45 Minu-i bis gegen 2 Stunden und kehren in sehr ungleichen, oft gen Perioden wieder, was KRUG v. NIDDA bestätigt, mit n Zusatze, dafs nach dem Wasserstrahle noch geraume Zeit mpf mit heftigem Getöse ausgefahren sey. Dafs BARROW nen Ausbruch desselben beobachtete, läfst eine Abnahme ner Thätigkeit vermuthen, oder seine Explosionen müfsten erhaupt nur selten statt finden. Wirft man bei allen diesen isern (von *gys*, mit Gewalt ausströmen, sieden) Steine oder nstige feste Körper in die Röhre, so werden diese höher das Wasser selbst emporgeworfen und fallen meistens in

Digitized by Google

die Röhre zurück, beim grofsen Geiser nie über das Bassin hinaus. Uebrigens haben der grofse Geiser und der Strockr keine Gemeinschaft und ihre Explosionen erfolgen unabhängig von einander.

Aufserdem giebt es noch viele heifse Quellen auf Island und Fontainen, die selbst bis 15 oder 20 Fufs hoch springen, ja im J. 1783 entstanden allein 35 neue, die aber bald in ihrer Heftigkeit nachliefsen; auch läfst sich leicht ermessen, dafs manche Röhren durch Absetzen des Kieselsinters sich verstopfen und die Dämpfe sich dann einen andern Ausweg suchen. Eine bedeutende Gruppe heifser Fontainen liegt am nördlichen Ende der Insel bei Reikiawerf, unter denen *Nordur-hwer*, *Oxa-hwer* (die Ochsenquelle) und *Sydster-hwer* die bedeutendsten sind. Nach Mackenzie[1] ist Oxa-hwer unweit Husavik so mächtig, dafs sie dem grofsen Geiser an Stärke und Pracht beinahe gleich kommt, nach Henderson aber ist die Nordur-hwer die vorzüglichste; sie öffnet sich in einem Becken von 34 bis 35 Fufs Durchmesser und hat eine etwa 10 Fufs weite, unregelmäfsig gestaltete, mit Stalaktiten ausgekleidete Röhre, in welcher das Wasser stets siedet und abwechselnd zu gröfseren Höhen aufspringt. Merkwürdig ist der Zusatz, dafs blofs bei stürmischem Wetter stärkere Explosionen erfolgen sollen. Die Oxa-hwer verhält sich auf gleiche Weise und wirft in ziemlich regelmäfsigem Wechsel kurz dauernde Strahlen bis zur Höhe von 15 Fufs aus. Bei Reikum ist noch eine Gruppe heifser Fontainen, deren gröfste gleichfalls *Geiser* genannt wird. Sie hat zwei Oeffnungen, die eine südliche, welche in steter Thätigkeit ist und das Wasser von 3 bis 12 Fufs in die Höhe wirft, die andere nördlichere ist 10 Fufs hiervon entfernt, mit einem Rande von Sinter umgeben, und ein grofses, vom Berge herabgerolltes Felsenstück liegt über der Oeffnung, so dafs der Strahl nicht frei aufsteigen kann, sondern schräg heraus springt. Es erfolgen indefs etwa 15 Ausbrüche in 24 Stunden, dauern 3 bis 4 Minuten und geben während dieser Zeit in jeder Minute 7896 engl. Kubikfufs Wasser. Nach Stanley[2] ist die Menge des aus den heifsen Quellen abfliefsenden Wassers so grofs

---

1 Reise durch die Insel Island. S. 289.

2 S. Mackenzie Reise durch die Insel Island. S. 331.

lafs daraus ein Flufs gebildet wird. Das Thermometer zeigte m Wasser selbst Siedehitze, im Dampfe etwa 0°,5 C. mehr. n der Nähe befindet sich noch eine heifse Quelle, die sogeannte *Badstofa*, welche das Wasser theils in geraden, 12 'ufs hohen, theils in weit stärkeren schrägen, nach dem eben enannten Flusse hin gerichteten und 20 Fufs Höhe erreihenden Strahlen emporschleudert.

Das Wasser des Geisers, welches Barrow an Faraay zur Analyse sandte, war hierzu in nicht genügender lenge vorhanden, inzwischen konnte, wie bereits erwähnt 'orden ist, kein Schwefel darin aufgefunden werden, wohl aber igten sich Kieselerde und Alkalien darin. Mackenzie[1] daegen theilt eine von Black angestellte Analyse des Wassers es eigentlichen Geisers und des bei Reikum mit; hiernach nd in 10000 Theilen desselben enthalten:

	Geiser		Reikum
Soda	0,95	...	0,51
Alaunerde	0,48	...	0,50
Kieselerde	5,40	...	3,73
Kochsalz	2,46	...	2,90
trocknes schwefelsaures Natron	1,46	...	1,28
Summe ..	10,75	...	8,47.

Klaproth[2] fand in einer gleichen Menge des Wassers von eikum:

kohlensaure Soda	1,04
schwefelsaure Soda	1,73
salzsaure Soda	2,93
Kieselerde	3,10
Summe	8,80

n Hauptunterschied beider Analysen besteht darin, dafs Black kaustisches Natron fand, Klaproth aber kohlensaures,

1 A. a. O. S. 490. Faraday bestimmt das spec. Gewicht des Wasrs = 1,0008.

2 Beiträge zur chemischen Kenntnifs der Mineralkörper. Th. II. 99.

Digitized by Google

beides zur Auflösung der Kieselerde geeignet; doch wird das erstere Resultat durch FARADAY's Untersuchung bestätigt. Die bedeutende Menge der aufgelösten Kieselerde, welche den schönen Kieselsinter liefert, indem unter andern BARROW ein Stück Papier so damit überzogen fand, dafs man die Schriftzüge noch lesen konnte, ist ohne Zweifel zum Theil eine Folge der grofsen Hitze, welche das Wasser in gröfseren Tiefen annimmt; denn es erklärt sich leicht, dafs das Wasser an der Oberfläche nur Siedehitze hat und der Dampf höchstens 0°,5 C. hierüber hinausgeht, wie dieses allgemein gefunden worden ist; dagegen aber fand LOTTIN[1] beim grofsen Geiser in einer Tiefe von 20 Meter 124° C. und beim Strockr in 13 Meter Tiefe 111° C.

Dafs die Thätigkeit der siedend heifsen Quellen, und namentlich der Fontainen, von vulcanischen Kräften herrühre, unterliegt keinem Zweifel. Hierdurch erhalten sie ihre Hitze und die Hauptschwierigkeit der Erklärung fällt also mit der Lösung der oben erörterten Frage über die Ursache des Brennens der Vulcane im Allgemeinen zusammen. Den Ursprung des Wassers nachzuweisen hat wohl überall keine Schwierigkeit, da es offenbar Quellwasser ist, welches so tief hinabsinkt, dafs es durch die glühenden Wandungen der vulcanischen Herde die erforderliche Hitze annimmt. Handelt es sich dann ferner um den periodischen Wechsel des Steigens und Fallens der Quellen, so sind hierüber nur Hypothesen möglich, deren man aber verschiedene aufstellen kann, insbesondere wenn man die Erscheinung bei dem sogenannten Leidenfrost'schen Versuche berücksichtigt und annimmt, das Wasser könne zuweilen, insbesondere wenn es in geringerer Menge vorhanden ist, durch die glühend heifsen Wandungen zurückgestofsen werden, bis die wachsende Menge die beginnende Verdampfung und die hieraus dann folgenden Explosionen begünstigt. Eine andere, durch ihre Einfachheit sich sehr empfehlende Erklärung hat MACKENZIE[2] gegeben. Fig. 295. Er denkt sich einen unterirdischen Raum A B C, worin sich das Wasser nach und nach sammelt, indem das hydrometeorische, wie bei der Entstehung der Quellen, durch die Felsen-

1 L'Institut 1836. N. 179.

2 Reise durch die Insel Island. S. 289.

spalten hineindringt[1]. Wird die Hitze zu stark, so schleudert der entstandene Dampf das Wasser durch die Röhre QP in die Höhe, es folgt hierauf eine unermefsliche Menge Dampf, und indem hierdurch theils die Wandungen abgekühlt werden, theils die Temperatur des Wassers selbst unter die Siedehitze herabgeht, so mufs diesemnach eine bedeutende Verminderung des Drucks im Innern herbeigeführt und das Wasser bis zur neuen Explosion wieder eingesogen werden. Ob hierbei eine bedeutende Abkühlung der Wandungen eintrete, dürfte als zweifelhaft erscheinen, dagegen wird leicht erklärlich, wie bei vorhandener geringerer Menge von Wasser und angemessener Gestaltung des Canales der Dampf durch das siedende Wasser emporsteigen kann. Nach Krug v. Nidda kommen die kleineren Fontainen aus Höhlen von geringerer Weite, die sich schneller füllen, ihre Explosionen erfolgen daher regelmäfsiger in Zwischenräumen von etwa zwei Stunden und erreichen nur 15 bis 20 Fufs Höhe, die der gröfseren aber erfolgen in Perioden, welche 24 bis 30 Stunden von einander abstehn, und erreichen dann 90 Fufs Höhe[2].

Giebt es gleich der heifsen Quellen noch aufserdem eine bedeutende Menge, so sind doch keine gleich grofsartige und eigentliche starke Fontainen bildenden bekannt, als die eben beschriebenen, weswegen es nicht die Mühe lohnt, sie einzeln aufzuzählen. Eine schöne und starke Fontaine siedend heifsen Wassers soll sich auf der Insel Amsterdam befinden[3]. Selbst im Innern des Himalaya-Gebirges hat man eine heifse Quelle

---

1 Bylandt Palstercamp leitet den Ursprung dieses Wassers vom Meere ab, wogegen aber sein geringer Salzgehalt entscheidet.

2 Die angeführten Werke sind: Mackenzie Travels in Iceland. Lond. 1811. Deutsche Uebers. Weimar 1815. Uno v. Troil Briefe über eine in dem Jahre 1772 nach Island angestellte Reise. Aus dem Schwedischen übers. Leipz. 1779. Olafsen und Povelsen Reisen nach Island. Uebers. von Geuss 1774. Stanley in Edinburgh Philos. Trans. 1790. Ebenezer Henderson Island. Deutsche Uebers. Berlin 1820. Th. I. S. 92. 187. Th. II. S. 97. 153. 215. Ohlsen in G. XLIII. 50. A Visit to Iceland cet. by John Barrow. Lond. 1835. p. 178. Krug v. Nidda in Kastner's Archiv. Th. IX. u. in Edinburgh New Phil. Journ. N. XLIII. u. XLIV. Letzterer nennt die meisten heifsen Quellen auf dieser Insel und berücksichtigt die geognostische Beschaffenheit der Orte.

3 Ordinaire Hist. des Volcans. p. 21.

nebst andern Spuren vorhandener noch thätiger Vulcane entdeckt, aber ein Zugang zur genaueren Untersuchung der Sache war bis jetzt unmöglich[1]. Eine Menge heifse Quellen sind auf Ischia[2] und im Bereiche der vulcanischen Gruppe beider Sicilien, überhaupt aber findet man in der Nähe noch thätiger oder seit nicht langer Zeit ruhender Vulcane zahlreiche heifse Quellen.

M.

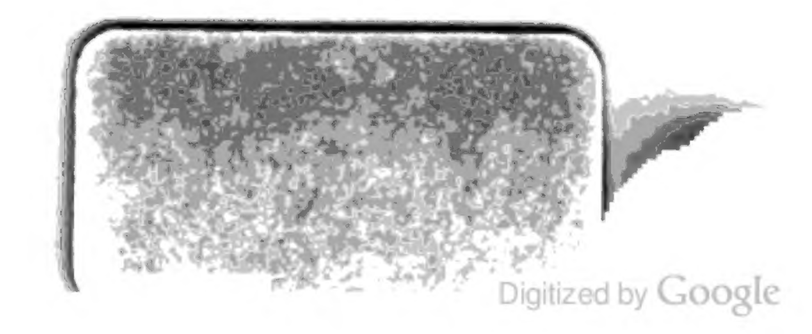
1 Edinburgh Journ. of Science. N. XIII. p. 55.

2 Eine ausführliche Beschreibung derselben giebt Breislak Pilstercamp in seiner Théorie des Volcans. T. III. p. 34 ff.

Ende des neunten Bandes.

Druck von C. P. Melzer in Leipzig.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google